

10/500317

PCT/JP03/12821

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

30.10.03

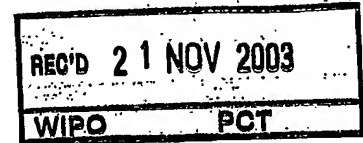
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年10月 7日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-294125
[ST. 10/C]: [JP2002-294125]

出 願 人
Applicant(s): 積水化学工業株式会社



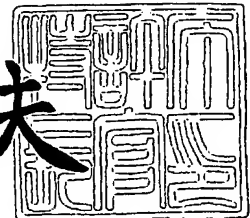
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02P01346

【提出日】 平成14年10月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/31

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会
社内

 【氏名】 北畠 裕也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会
社内

 【氏名】 江口 勇司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会
社内

 【氏名】 中嶋 節男

【特許出願人】

 【識別番号】 000002174

 【氏名又は名称】 積水化学工業株式会社

 【代表者】 大久保 尚武

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005083

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ表面処理装置の電極構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極に電界を印加して処理ガスをプラズマ化し、被処理物の表面処理を行なうプラズマ表面処理装置における上記電極の構造であって、

導体からなる電極本体と、固体誘電体からなる誘電ケースとを備え、

この誘電ケースが、一面が開口された内部空間に上記電極本体を取り出し可能に収容するケース本体と、上記開口を塞ぐ蓋とを有していることを特徴とするプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 2】 上記電極本体が、長尺状をなすとともに互いに平行をなして対向するように一対設けられ、これら電極本体の対向面間に、上記誘電ケースによって、上記処理ガスを電極本体の延び方向と直交する向きに通すガス通路が画成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 3】 上記一対の電極本体は、互いに別々の誘電ケースに収容され、これら誘電ケース間に上記ガス通路が形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 4】 上記一対の電極本体に共通の誘電ケースを 1 つ備え、この誘電ケースのケース本体に、上記ガス通路が形成されるとともに、このガス通路を挟むようにして上記一対の電極本体のための 2 つの内部空間が形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 5】 上記ガス通路の流路断面積が、ガスの流れ方向に沿って異なっていることを特徴とする請求項 2 ～ 4 の何れかに記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 6】 上記誘電ケースにおける上記ガス通路と上記内部空間を仕切る板の厚さが、ガスの流れ方向に沿って異なることを特徴とする請求項 2 ～ 5 の何れかに記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 7】 上記誘電ケースが、上記処理ガスを上記電極本体の延び方向に均一化させたうえで上記ガス通路に導くガス均一化路を有していることを特徴

とする請求項 2～6 の何れかに記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 8】 上記電極への電界印加用又は接地用の給電ピンを備え、

上記給電ピンが、先端面へ開口する軸孔を有して上記誘電ケースを貫通して上記電極本体に引き抜き可能に埋め込まれた導電性のピン本体と、このピン本体と電氣的に導通するようにして上記軸孔に摺動可能に収容された導電性の芯部材と、軸孔に収容されて上記芯部材を軸孔から押し出すように付勢するばねとを有していることを特徴とする請求項 1～7 の何れかに記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 9】 導体の線材を絶縁材で被覆してなる電界印加用又は接地用の被覆導線が、上記誘電ケースを通して上記電極本体に挿し入れられており、しかも、この被覆導線の線材が、上記誘電ケースは勿論、上記電極本体内の手前側においても絶縁材で被覆され、上記電極本体内の奥側に位置する線材の末端のみが、絶縁材から露出され、上記挿し入れ方向と略直交するように挟み込まれたネジによって押え付けられていることを特徴とする請求項 1～7 の何れかに記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プラズマによって被処理物のエッチング、成膜、表面改質等の表面処理を行なうプラズマ表面処理装置におけるプラズマ発生用の電極の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

プラズマ表面処理装置では、一対の電極間に処理ガスを導入するとともに電界を印加してプラズマを発生させ、これを被処理物に当てて所望の表面処理を行なう。電極は、金属導体からなる本体における他方の電極との対向面にセラミック等の誘電体を溶射等で被膜することによって構成されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平 11-236676 号公報 (第 5 頁段落 0049、第 9 図)

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来の電極構造では、電極の背面（対向面とは逆側の面）やエッジから異常放電（アーク）が発生することがあった。特に処理ガスとしてアルゴンを始めとする希ガスや水素を用いた時に顕著であった。また、処理ガスの反応等によって不可避免的に付着物（汚れ）が出来るため、頻繁にメンテナンスを行なって電極を丸ごと取り替えており、資材の無駄が多かった。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、プラズマ表面処理装置における電極からの異常放電を無くし、併せて、メンテナンス作業を容易化するとともに資材の無駄を無くすことにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するために、本発明は、電極に電界を印加して処理ガスをプラズマ化（活性化）し、被処理物（基材、ワーク）の表面処理を行なうプラズマ表面処理装置における上記電極の構造であって、導体からなる電極本体と、固体誘電体からなる誘電ケースとを備え、この誘電ケースが、一面が開口された内部空間に上記電極本体を取り出し可能に収容するケース本体と、上記開口を塞ぐ蓋とを有していることを特徴とする。これによって、電極本体の全体が固体誘電体層としての誘電ケースで覆われることになるため、他方の電極との対向面は勿論、背面やエッジにおいても異常放電を防止できる。特に、処理ガスとしてアルゴンや水素等の放電しやすい物質を用いた場合でも、背面等における異常放電を確実に防止することができる。しかも、処理ガスの反応等に伴う付着物（汚れ）は誘電ケースにしか付かず、電極本体には付くことがないので、誘電ケースだけを取り替えることにすれば、電極本体はそのまま使用することができる。取り替え作業は極めて簡単である。また、取り外した誘電ケースは、強酸等の薬液に漬ける等して付着物を容易に除去することができ、再使用することができる。更に、誘電ケースからなる固体誘電体層の場合、電極本体表面に溶射等で直接被膜する

のに比べて、厚みに変化を付けたりするのが容易であるので、以下に述べるように、プラズマの状態に種々のバリエーションを付加すること等が可能となる。

【0006】

上記電極本体が、長尺状をなすとともに互いに平行をなして対向するように一対設けられ、これら電極本体の対向面間に、上記誘電ケースによって、上記処理ガスを電極本体の延び方向と直交する向きに通すガス通路が画成されていることが望ましい。これによって、電極本体の長さ分の表面処理を一度に効率的に行なうことができる。誘電ケースの構成も簡単化できる。なお、これら対向する電極本体は、一方が電界印加側で他方が接地側の場合に限られず、双方とも例えば電界印加側であり、これら電界印加側の電極と対峙するようにして接地側の電極を別途設けてもよい。

【0007】

上記一対の電極本体は、互いに別々の誘電ケースに收容され、これら誘電ケース間に上記ガス通路が形成されていてもよく、1つの共通の誘電ケースに一体に收容されていてもよい。前者の別体誘電ケース構造においては、付着物（汚れ）の状況に応じて取り替え等のメンテナンスを互いに別個に行なうことができる。

後者の誘電ケース一体構成の場合には、ケース本体に、上記ガス通路が形成されるとともに、このガス通路を挟むようにして上記一対の電極本体のための2つの内部空間が形成されることになる。該一体構成によれば、部品点数を少なくできるだけでなく、ガス通路の形状、寸法を、組立て精度によらず高精度に形成することができる。

【0008】

上記ガス通路の流路断面積を、ガスの流れ方向に沿って異ならせ、次第に狭くしたり広くしたり段差を付けたりしてもよい。これによって、ガス流の圧や速度を変化させることができる。共通誘電ケース構造によれば、このような異形流路を容易に、しかも精度良く構成することができる。

【0009】

上記誘電ケースにおける上記ガス通路と上記内部空間を仕切る板の厚さが、ガスの流れ方向に沿って異なるようにしてもよい。これによって、流れるにしたが

ってラジカル種のでき方を変化させる等、プラズマの状態に様々なバリエーションを付けることができる。

【0010】

上記誘電ケースに、上記処理ガスを上記電極本体の延び方向に均一化させたいで上記ガス通路に導くガス均一化路を形成してもよい。これによって、ガス均一化のための別途の部材が不要となり、部品点数を少なくすることができる。

【0011】

上記電極への電界印加又は接地の手段として、給電ピンを用いてもよく、被覆導線を電極に直接接続してもよい。

前者のピン構成においては、上記給電ピンが、先端面へ開口する軸孔を有して上記誘電ケース（ケース本体でも蓋でもよい。）を貫通して上記電極本体に引き抜き可能に埋め込まれた導電性のピン本体と、このピン本体と電氣的に導通するようにして上記軸孔に摺動可能に収容された導電性の芯部材と、軸孔に収容されて上記芯部材を軸孔から押し出すように付勢するばねとを有していることが望ましい。これによって、給電ピンと電極本体とを電氣的に確実に導通させることができる。また、給電ピンは、電極から簡単に取り外すことができるので、誘電ケースの取り替え等のメンテナンスの際に障害となることはない。

後者の被覆導線構成においては、上記誘電ケース（ケース本体でも蓋でもよい。）を通して上記電極本体に上記被覆導線が挿し入れられており、しかも、この被覆導線の線材が、上記誘電ケースは勿論、上記電極本体内の手前側においても絶縁材で被覆され、上記電極本体内の奥側に位置する線材の端末のみが、絶縁材から露出され、上記挿し入れ方向と略直交するように挟み込まれたネジ（ボルト）によって押え付けられていることが望ましい。これによって、電極からの導線引き出し部分における異常放電を確実に防止することができるとともに、導線端末を電極本体に確実に固定でき、電氣的に確実に導通させることができる。また、誘電ケースの取り替え等のメンテナンスの際は、上記ネジを緩めることによって導線を電極から簡単に引き抜くことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係るプラズマ成膜装置M1（プラズマ表面処理装置）を示したものである。プラズマ成膜装置M1は、架台（図示せず）に支持されたヘッドユニット3と、このヘッドユニット3に接続されたガス源1、2及び電源4を備えている。ヘッドユニット3の下方には、大面積の板状の基材（被処理物）Wが搬送手段（図示せず）によって矢印aに示す方向に沿って（後方から前方へ）送られて来る。勿論、基材Wが固定されてヘッドユニット3が移動されるようになっていてもよい。プラズマ成膜装置M1は、この基材Wの上面に例えばアモルファスシリコン（a-Si）や窒化シリコン（SiN）等の膜A（図10）を形成するようになっている。

【0013】

原料ガス源1には、上記アモルファスシリコン等の膜Aとなる原料としての処理ガス（例えばシラン（SiH₄））が貯えられている。励起ガス源2（第2ガス源）には、プラズマで励起されることにより、上記シラン等の原料を反応させてアモルファスシリコン等の膜Aを生成する励起ガスとしての処理ガス（例えば水素や窒素）が貯えられている。励起ガスは、プラズマによって励起されるが、励起によってそれ自体が単独のみで膜化される成分は含まれていない。

【0014】

パルス電源4（電界印加手段）は、後記電極51にパルス電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び／又は立下り時間は、10μs以下、電界強度は1～1000kV/cm、周波数は0.5kHz以上であることが望ましい。

【0015】

ヘッドユニット3は、外筐10と、この外筐10内に収容されたノズルヘッド20とを備えている。外筐10は、例えば正面視半円形状の前後の壁11と、これら壁11の下端部どうしを繋ぐ左右の低い壁12とを有して、平面視四角形状をなしている。この外筐10は、排気ダクトを兼ねている。すなわち、図3、図6、図7に示すように、外筐10の前後左右の壁11、12は中空になっている。これら中空部10bの下端部は、壁11、12の下端面に開口することによ

てノズルヘッド20の下端の外周を囲む吸い込み口10aを形成している。図1に示すように、前後の壁11の上端部には、中空部10bに連なる横長の開口11bが設けられている。これら上端開口11bから排気路13がそれぞれ延びている。排気路13は、互いに合流した後、真空ポンプ14（排気手段）に連なっている。

【0016】

ノズルヘッド20は、左右に長い略直方体形状をなし、前後左右の壁11、12に囲まれるようにして、外筐10に収容されている。ノズルヘッド20の外筐10への支持構造について説明する。

図3及び図7に示すように、外筐10の前後の壁11の内壁面の下端縁には、内フランジ11dが設けられている。この内フランジ11dに、ノズルヘッド20の後記ロアフレーム24の前後の辺が引掛けられるようにして載せられている。図5及び図7に示すように、外筐10の左右の壁12にも、同様の内フランジ12dが設けられており、これにロアフレーム24の左右の辺が載せられている。また、図1に示すように、左右の壁12の上端面には、逆三角形状の谷部12b（ノズル支持部）が形成されており、この谷部12bに、ノズルヘッド20の壁部材23の被支持部23aが、嵌め合わされるようにして載置されている（図5参照）。

【0017】

図1～図3に示すように、ノズルヘッド20は、ガス均一化部30とノズル部21とを上下に重ねることによって構成されている。上側のガス均一化部30には、ガス源1、2からのガスが導入される。ガス均一化部30は、このガスをノズルヘッド20の長手方向に均一化させて、下側のノズル部21へ供給するようになっている。

【0018】

詳述すると、図2及び図4に示すように、ガス均一化部30は、左右に延びる複数の鋼製のプレート31～38を積層することによって構成されている。これらプレート31～38すなわちガス均一化部30の全体には、前後に3つのガス流通領域30F、30M、30Rが仮想的に設定されている。

【0019】

図1に示すように、2段目のプレート32の左端部（一端部）には、3つのガスプラグ32Pが、領域30F、30M、30Rに対応して前後に並んで設けられている。中央の原料ガス流通領域30Mにおけるガスプラグ32Pには、原料ガス管1aを介して上記原料ガス源1が接続されている。前後の励起ガス流通領域30F、30Rにおけるガスプラグ32Pには、励起ガス管2aを介して上記励起ガス源2が接続されている。なお、励起ガス管2aは、励起ガス源2から1本の管の状態で延び、それが2つに分岐されて各領域30F、30Rのガスプラグ32Pに連なっている。

【0020】

図2に示すように、2段目から最下段までのプレート32～38には、領域30F、30M、30Rごとにガス均一化路30aが形成されている。これらガス均一化路30aは、互いに同一構成になっている。

【0021】

図2及び図4に示すように、各領域30F、30M、30Rのガス均一化路30aとして、2段目のプレート32には、左端部に上記ガスプラグ32Pの接続されるインレットポート32bが形成されるとともに、このポート32bからプレート32の左右中央部まで延びる深い逆さ凹溝32aが下面に開口するように形成されている。3段目のプレート33の左右中央部には、逆さ凹溝32aに連なる前後一對の連通孔33a、33bが形成されている。4段目のプレート34には、上記連通孔33aに連なるとともに右方へ延びる条溝34a及びこの条溝34aの終端（右端）から下面へ達する連通孔34c、並びに上記連通孔33bに連なるとともに左方へ延びる条溝34b及びこの条溝34bの終端（左端）から下面へ達する連通孔34dが形成されている。5段目のプレート35には、上記連通孔34cに連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる条溝35a、及び上記連通孔34dに連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる条溝35b、並びに各条溝35a、35bから下面へ延びるとともに左右に等ピッチで並べられた多数の細孔（圧損形成路）35c、35dが形成されている。6段目のプレート36には、上記細孔35c、35dに連なるとともに左

右長手方向の略全長にわたって延びる幅広の条溝（膨張室）36a、及びこの条溝36aから下面へ延びるとともに左右に等ピッチで千鳥状に二列に並べられた多数の細孔（圧損形成路）36bが形成されている。7段目のプレート37には、上記細孔36bに連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる幅広の条溝（膨張室）37a、及びこの条溝37aから下面へ延びるとともに左右に等ピッチで千鳥状に二列に並べられた多数の細孔（圧損形成路）37bが形成されている。最下段のプレート38には、上記細孔37bに連なるとともに左右長手方向の略全長にわたって延びる幅広の貫通孔（膨張室）38aが形成されている。この貫通孔38aが、ガス均一化路30aの下流端を構成している。後述するように、貫通孔38aは、後記絶縁プレート27の誘導路27f, 27m, 27rに連通されている。

【0022】

なお、最上段のプレート31には、各領域30F, 30M, 30Rのガス均一化路30aを加温するための薄肉細長状のプレートヒータ31Hが左右に延びるようにして収容されている。2段目から最下段までのプレート32～38には、領域30F, 30M, 30Rの境に沿ってスリット30sが形成されている。これによって、領域30F, 30M, 30Rごとに熱的に縁切りされている。

図1及び図2において、符号39Sは、最上段と2段目のプレート31, 32を連結するボルトであり、符号39Lは、2段目から最下段までのプレート32～38を連結するボルトである。

【0023】

次に、ノズルヘッド20のノズル部21について説明する。図3に示すように、ノズル部21は、電極ホルダ21Xと、この電極ホルダ21Xの内部に収容された電極ユニット50と、このユニット50上に被せられた絶縁プレート27とを備えている。図3、図5～図7に示すように、電極ホルダ21Xは、左右に長く延びる金属製の前後の壁部材22と、これら壁部材22の左右の端部どうし間に架け渡された絶縁樹脂製の左右の壁部材23とを有して、左右に長い箱状をなしている。これら前後左右の壁部材22, 23の下縁部には、長方形の枠状をなす金属製のロアフレーム24と、このロアフレーム24によって四隅が支持され

た長形状のノズルプレート 25 とが配されている。上述したように、ロアフレーム 24 は、外筐 10 の内フランジ 11 d, 12 d に支持されている。このロアフレーム 24 の前後の辺に壁部材 22 が載置されている。壁部材 22 は、ボルト 26 A によってガス均一化部 30 の最下段のプレート 38 に連結されている。なお、ロアフレーム 24 は、壁部材 22 にボルト等で連結されていてもよい。

【0024】

ノズルプレート 25 は、例えばアルミナ等の誘電材料で構成され、ノズルヘッド 20 の吹出しノズルとしての機能だけでなく、接地電極の固体誘電体層としての機能を有している。詳述すると、図 3 及び図 7 に示すように、ノズルプレート 25 の上面には、左右に延びる幅広の浅い凹部 25 a が形成されるとともに、前後幅方向の中央部には、左右に延びるスリット状の吹出し口 25 m が形成され、更に下面には、吹出し口 25 m を挟んで一对の浅い条溝 25 b が左右に延びるようにして形成されている。これら条溝 25 b に、細長い薄肉の金属導体板からなる接地電極本体 61 がそれぞれ嵌め込まれている。各接地電極本体 61 の上面（片側の面）は、電界印加電極 51 と対向するとともに、その逆側の下面は、基材 W と対向すべきようにして配置されている。これら接地電極本体 61 とその固体誘電体層としてのノズルプレート 25 とによって、接地電極 60 が構成されている。

なお、接地電極本体 61 は、一枚の細長金属導体板に吹出し口 25 m となるべきスリットを開穿することによって構成してもよい。

【0025】

図 5 及び図 7 に示すように、接地電極本体 61 の長手方向の両端縁は、金属導体からなる上記ロアフレーム 24 と接している。ロアフレーム 24 の右端部（後記給電ピン 40 の配置側とは逆側）から接地線 4 b が延び、接地されている。

【0026】

図 1 ～図 4 に示すように、セラミック（絶縁体）からなる絶縁プレート 27 は、上記ガス均一化部 30 の最下段のプレート 38 と電極ユニット 50 とによって上下から挟持されている。図 3 及び図 4 に示すように、絶縁プレート 27 には、左右長手方向の略全長にわたって延びる 3 つのガス誘導路 27 f, 27 m, 27

r が互いに前後に離れて形成されている。中央の原料ガス誘導路 27m は、絶縁プレート 27 を垂直に貫通している。前側の励起ガス誘導路 27f は、絶縁プレート 27 の上面から下に向かうにしたがって後方へ傾き、プレート 27 の下面へ達している。後側の励起ガス誘導路 27r は、絶縁プレート 27 の上面から下に向かうにしたがって前方へ傾き、プレート 27 の下面へ達している。

【0027】

図 3、図 5、図 6 に示すように、電極ユニット 50 は、左右へ延びるとともに互いに前後に平行に並べられた 4 本の長尺部材 51, 52 と、これらを前後から挟む押えプレート 53 と、左右から挟む保持プレート 54 とを備えている。中側の 2 本（一对）の長尺部材 51 は、電界印加電極であり、狭い隙間 50m（ガス通路）を介して対峙している。この隙間 50m の上端部は、上記絶縁プレート 27 の誘導路 27m を介してガス均一化部 30 の中央領域 30M の貫通孔 38a にストレートに連なり、下端部は、上記ノズルプレート 25 の吹出し口 25m にストレートに連なっている。

電界印加電極 51 は、本発明の要旨に係るものであるもので、追って更に詳述する。

【0028】

電界印加電極 51 の前後 2 本の長尺部材 52 は、電界印加電極 51 と同一形状をなすセラミック等の誘電体からなる擬似電極スペーサである。図 3 及び図 6 に示すように、前側の電界印加電極 51 と擬似電極スペーサ 52 との間には、狭い隙間 50f が形成されている。後側の電界印加電極 51 と擬似電極スペーサ 52 との間には、上記隙間 50f と同一幅の隙間 50r が形成されている。これら電極 51 及びスペーサ 52 の長手方向の両端面に、絶縁樹脂からなる上記保持プレート 54 がそれぞれ宛がわれている。各保持プレート 54 には、絶縁樹脂からなる 3 つの板片状スペーサ 55 が設けられている。これら板片状スペーサ 55 が、一对の電極 51 間、又は電極 51 と擬似電極スペーサ 52 間に挿し入れられることにより、上記隙間 50f, 50m, 50r が確保されている。

【0029】

前後の各擬似電極スペーサ 52 の背面（電極 51 との対向側とは逆側の面）に

、絶縁体からなる上記押えプレート 53 がそれぞれ添えられている。押えプレート 53 の背面に、壁部材 22 から挟み込まれたボルト 26 が突き当てられている。これによって、電極ユニット 50 が、電極ホルダ 21X 内に正確に位置決めされて保持されている。

【0030】

図 3 に示すように、擬似電極スペーサ 52 は、上記ノズルプレート 25 における凹部 25a より前後外側の上面に載せられている。一方、図 3 及び図 5 に示すように、電界印加電極 51 は、凹部 25a の上に離れて配されている。これによって、前側の電界印加電極 51 の下面とノズルプレート 25 との間には、隙間 21f が形成されている。この隙間 21f の後側の縁が、中央の隙間 50m の下端部に連なるとともに、前側の縁が、隙間 50f 及び上記絶縁プレート 27 の誘導路 27f を介してガス均一化部 30 の前側の領域 30M の貫通孔 38a に連なっている。同様に、後側の電界印加電極 51 の下面とノズルプレート 25 との間には、隙間 21r が形成されている。この隙間 21r の前側の縁が、中央の隙間 50m の下端部に連なるとともに、後側の縁が、隙間 50r 及び上記絶縁プレート 27 の誘導路 27r を介してガス均一化部 30 の後側の領域 30M の貫通孔 38a に連なっている。

【0031】

電界印加電極 51 について、詳述する。

図 8 に示すように、電界印加電極 51 は、四角形断面をなして左右に長く延びる金属導体からなる電極本体 56 と、この電極本体 56 の固体誘電体層としての誘電ケース 57 とを備えている。誘電ケース 57 は、アルミナやガラス等のセラミック（誘電体）で形成されたケース本体 57a と、これと同材質の蓋 57b とで構成されている。ケース本体 57a は、電極本体 56 と同形状の内部空間を有している。この内部空間は、ケース本体 57a の背面（他方の電極 51 との対向側とは逆側の面）へ開口されている。このケース本体 57a の内部空間に電極本体 56 が収容されるとともに、背面開口が蓋 57b で塞がれている。これによって、電極本体 56 の全体が、誘電ケース 57 すなわち固体誘電体層で覆われている。勿論、蓋 57b は着脱可能になっている。

なお、ケース本体 57a の開口は、上面や長手方向の端面（左端面又は右端面）等に形成されていてもよい。

電極本体 51 の内部に冷却水等を通す冷却通路を形成してもよい。

【0032】

図 5 に示すように、電界印加電極 51 の例えば左端部には、給電ピン 40 が設けられている。図 9 に示すように、給電ピン 40 は、先端面に開口する軸孔 41a が形成された軸状のピン本体 41 と、このピン本体 41 の基端部に装着された絶縁体製の筒状ピンホルダ 45A、45B と、軸孔 41a に収容された有底の筒体 42 と、この筒体 42 内に摺動可能に収容された芯部材 43 とを備えている。ピン本体 41 と筒体 42 と芯部材 43 は、ステンレス等の導電性金属で構成され、内外の周面どうしが当接することによって電氣的に導通し合っている。ピン本体 41 の先端部が、保持プレート 54 及びケース本体 57a の左側板の孔 57c に通されるとともに、電極本体 56 の左端面のピン孔 56a に引き抜き可能に挿し込まれ、電極本体 56 と導通している。筒体 42 には、圧縮コイルばね 44（付勢手段）が収容されており、この圧縮コイルばね 44 によって芯部材 43 が先端方向すなわち軸孔 41a から押し出される向きに付勢されている。これによって、芯部材 43 の先端部が、ピン孔 56a の奥端面に強く押し付けられている。この結果、給電ピン 40 と電極本体 56 との導通状態が確実に維持されている。

【0033】

ホルダ 45A、76 付きのピン本体 41 の基端部は、左側の保持プレート 54 と壁部材 23 との間に配されている。図 5 に示すように、このピン本体 41 の基端部から、給電線 4a が延び、左側の壁部材 23 の上面と絶縁プレート 27 との間を通過して上記パルス電源 4 に接続されている。

【0034】

図 3 に示すように、各電極 51 のケース本体 57a における他方の電極 51 と対向する側の板は、上側が薄く、下側が厚くなって、中間に段差が形成されている。これによって、一対の電極 51 間の隙間 50m は、上側が幅広で下側が幅狭になっている。

【0035】

前側の電界印加電極本体 56 は、前側の接地電極本体 61 の真上に位置し、後側の電界印加電極本体 56 は、後側の接地電極本体 61 の真上に位置している。更に詳しくは、図 9 に示すように、一对の電界印加電極本体 56 どうしの対向面間の間隔は、一对の接地電極本体 61 どうしの対向縁間の間隔と略等しくなっている。各接地電極本体 61 における背側（上記対向縁とは逆側）の縁は、電界印加電極本体 56 の背面より突出している。

【0036】

上記のように構成されたプラズマ成膜装置 M1 の動作について説明する。

励起ガス源 2 からの水素等の励起ガスが、ガス管 2a を経て、ノズルヘッド 20 の前後 2 つのプラグ 32P から領域 30F, 30R のガス均一化路 30a に導入され、これら路 30a によって左右長手方向に均一化された後、誘導路 27f, 27r を経て前後の隙間 50f, 50r へ誘導され、更に、電極 51 とノズルプレート 25 との間の隙間 21f, 21r へ導入される。

【0037】

一方、パルス電源 4 からのパルス電圧が、電界印加電極本体 56 と接地電極本体 61 との間に印加される。これによって、図 9 に示すように、上記前後の隙間 21f, 21r 内にグロー放電等が発生してプラズマ空間 PL が形成され、励起ガスが励起、活性化される。この励起ガス自体には、励起によってセラミック等の表面に付着、堆積するような成分は含まれていない。したがって、電極 51 やノズルプレート 25 の隙間 21f, 21r 形成面（プラズマ空間 PL に面する面）に膜が形成されることはない。

ここで、プラズマ空間 PL は、各隙間 21f, 21r 内だけでなく、隙間 21f, 21r から互いの対向方向（中央の隙間 50m と吹出し口 25m との間）へはみ出すことになる。

【0038】

電界印加電極 51 と基材 W の間には、接地電極 60 が介在されているので、ノズルヘッド 20 を基材 W に近付けても、基材 W との間にアークが発生するおそれがなく、基材 W の損傷を確実に防止することができる。しかも、電界印加電極本体 56 どうしの対向面間と、接地電極本体 61 どうしの対向縁間とが、ストレー

トに配されるとともに略等大になっているので、接地電極本体 61 どうしの対向縁間から電界が漏れるのを防止でき、ノズルヘッド 20 を基材 W に一層近接させることができる。これによって、ノズルヘッド 20 から基材 W の上面（表面）までの距離を、常圧下におけるラジカルの短小な失活距離以内に十分に収めることができる。例えば 2 mm 以内に収めることができる。

【0039】

電界印加電極本体 56 は、全体が固体誘電体層としての誘電ケース 57 に包まれているので、上記パルス電界の印加時に接地電極 60 側とは逆側の上面や側面、エッジ等から異常放電が起きるのを確実に防止することができる。

【0040】

上記励起ガスの流通と同時併行して、原料ガス源 1 からのシラン等の原料ガスが、ガス管 1a を経て、ノズルヘッド 20 の中央のガスプラグ 32P から領域 30M のガス均一化路 30a に導入されて左右長手方向に均一化された後、誘導路 27m を経て一对の電界印加電極 51 間の隙間 50m へ導入される。各電界印加電極 51 には上記パルス電界が印加されているが、隙間 50m では放電が起きないので、原料ガスは、プラズマ化されずにそのまま通過する。したがって、電界印加電極 51 どうしの対向面（隙間 50m 形成面）に膜が形成されることはない。よって、電界印加電極 51 の何れの部分においても膜が付くのを防止、抑制することができる、メンテナンスの手間を省くことができる。

なお、隙間 50m が途中から狭くなっている所以、原料ガスが絞られて圧が高まる。

【0041】

その後、原料ガスは、電極 51 間の隙間 50m から下方へ出て、上記プラズマ空間 PL のはみ出し部内を通過する。これにより、原料ガスの分解、励起等の反応を極めて効率的に起こすことができ、ラジカルな反応生成物 p を多量に得ることができる。一方、前後の隙間 21f, 21r から出た励起ガスは、原料ガスの流れに押される等して下に曲がる。これによって、前後両側の励起ガスが吹出し口 25m の前後の縁に添うとともに、これら前後の励起ガス流の間に原料ガスが挟まれる。こうして、励起した励起ガスと反応生成物 p を含む原料ガスとが層流

状態になって吹出し口 2 5 m内を通過し、下方へ向かう。この層流のガスどうしの境では、原料ガスが、励起した励起ガスに触れる。これによって、原料ガスを更に反応させ、反応生成物 p を増やすことができる。また、励起ガスが原料ガスと吹出し口 2 5 mの縁との間に介在されるので、反応生成物 p が吹出し口 2 5 mの縁に触れるのを阻止でき、吹出し口 2 5 mの縁に膜が形成されるのを防止、抑制することができる。

【0 0 4 2】

そして、反応生成物 p を含む原料ガスが、吹出し口 2 5 mの直下の基材Wに吹き付けられる。これによって、基材Wの表面（上面）に所望の膜Aを形成することができる。上述したように、ノズルヘッド 2 0 を基材Wに可及的に近付けることができ、それら間の距離を常圧下でのラジカルの失活距離以内に収めることができるので、反応生成物 p が失活しないうちに基材Wに確実に到達させることができる。この結果、高速かつ確実に成膜を行なうことができる。

また、上記ガス均一化部 3 0 によってガスが左右方向に均一化されているので、左右方向に均質な膜Aを一度に形成することができる。

【0 0 4 3】

吹出し口 2 5 mから出た後の励起ガスと原料ガスは、接地電極 6 0 と基材Wとの間を、励起ガスが接地電極 6 0 の側に偏った層流状態を維持しながら、吹出し口 2 5 mから離れる向きへ流れて行く。これによって、原料ガスが接地電極 6 0 の本体 6 1 やノズルプレート 2 5、更にはロアフレーム 2 4 の下面に触れて膜が出来るのを防止、抑制することができる。この結果、原料の無駄を無くすることができる。この結果、膜を落す等のメンテナンスの手間を軽減することができる。

【0 0 4 4】

その後、励起ガス及び原料ガスは、真空ポンプ 1 4 の駆動によって外筐 1 0 の吸い込み口 1 0 a から吸い込まれ、排出される。この真空ポンプ 1 4 の吸い込み圧等を調節することにより、上記の層流状態を一層確実に維持することができ、接地電極 6 0 下面への被膜を確実に防止、抑制することができる。

【0 0 4 5】

たとえば、接地電極 6 0 の本体 6 1 やノズルプレート 2 5 やロアフレーム 2 4 に

膜ができたとしても、ノズルヘッド20を引き上げて外筐10から出すと、ロアフレーム24と、本体61付きノズルプレート25だけが、外筐10の内フランジ11d, 12dに引掛けられた状態で取り残される。これにより、ロアフレーム24及びノズルプレート25をノズルヘッド20から極めて簡単に取り外すことができ、これらだけを例えば強酸等の薬液に漬ける等して、膜を容易に除去することができる。

【0046】

電界印加電極51に膜が付着している場合には、電極ホルダ21Xから電極51を外し、分解する。分解に際して、給電ピン40は容易に引き抜くことができる。また、ケース本体57aから蓋57bを外せば電極本体56を簡単に取り出すことができる。膜は誘電ケース57にしか付くことがなく、電極本体56には付くことがないので、誘電ケース57だけ取り替えることにし、電極本体56は、新たな誘電ケースに入れ替えることによりそのまま使用することができる。この入れ替え作業も簡単に行なうことができる。一方、膜の付いた誘電ケース57は、それだけを強酸に漬ける等して、膜を容易に除去することができ、再使用することができる。これによって、資材の無駄を無くすることができる。誘電ケース57は電極51ごとに別体になっているので、付着の状況に応じて上記取り替え等のメンテナンスを互いに別個に行なうことができる。

なお、第1実施形態において、擬似電極スペーサ52を、誘電体ではなく金属導体で構成して接地することにより、接地電極60と併せて接地電極として用いることにしてもよい。そうすると、隙間50f, 50rをもプラズマ空間PLとすることができる。この場合、接地電極52についても、電界印加電極51と同様に、金属導体からなる本体を誘電体からなるケースに収容するのが望ましい。

【0047】

次に、本発明の他の実施形態を説明する。以下の実施形態において既述の実施形態と重複する構成に関しては図面に同一符号を付して説明を省略する。

図11～図15は、本発明の第2実施形態を示したものである。図11及び図12に示すように、この実施形態に係るプラズマ成膜装置M2（プラズマ表面処理装置）は、接地電極の態様が上記第1実施形態と異なっている。すなわち、当

該プラズマ成膜装置M2においては、接地電極が、ノズルプレート25にではなく、電極ユニット50に電界印加電極51と一緒に組み込まれている。詳述すると、電極ユニット50には、上記装置M1の2本の擬似電極スペーサ52に代えて、それらの配置位置にそれらと同一形状をなす長尺部材として、接地電極62が設けられている。これにより、左右に延びる長尺の電極51, 62が、合計4本前後に平行に並べられている。中側の2本が、電界印加電極51であり、その前後外側の2本が、接地電極62である。

【0048】

したがって、電源ユニット50の前側の隙間50fと後側の隙間50rが、励起ガスの励起、活性化されるプラズマ空間PLとなる。ノズルプレート25には、これら隙間50f, 50rとストレートに連なるスリット状の吹出し口25f, 25rが形成されている。要するに、ノズルプレート25には、左右に延びる3つの吹出し口25f, 25m, 25rが、平行をなして前後に等間隔で並んで形成されている。ノズルプレート25の上面には、上記第1実施形態における凹部25aひいては隙間21f, 21rが設けられておらず、電界印加電極51が当接されている。これによって、電源ユニット50の中央の隙間50mが、プラズマ空間PLと交わることなくノズルプレート25の吹出し口25mに直接連なっている。

【0049】

中央の隙間50mに導入された原料ガスは、そのまま吹出し口25mから吹出された後、ノズルプレート25と基材Wとの間を前後2方向に分かれて流れる。一方、前後の隙間50f, 50rに導入された励起ガスは、電極51, 62間の電界によりプラズマ化された後、吹出し口25f, 25rから吹出される。この吹出し後の励起ガスに上記基材W上を流れて来た原料ガスが触れて反応が起きる。これによって、基材Wに膜Aが形成される。その後、励起ガスと原料ガスは、上下に重なる層流をなして吸い込み口10aへ向けて流れる。

【0050】

第2実施形態の電極構造について更に詳述する。

図15に示すように、接地電極62は、電界印加電極51と同様に、四角形断

面をなして左右に長く延びる金属導体からなる電極本体 6 3 と、この電極本体 6 3 の固体誘電体層としての誘電ケース 6 4 とを備えている。誘電ケース 6 4 は、セラミック（誘電体）で形成されたケース本体 6 4 a と、これと同材質の蓋 6 4 b とで構成されている。ケース本体 6 4 a は、電極本体 6 3 と同形状の内部空間を有している。この内部空間は、ケース本体 6 4 a の長手方向の一端面（例えば左端面）へ開口されている。このケース本体 6 4 a の内部空間に電極本体 6 3 が収容されるとともに、左端開口が蓋 6 4 b で塞がれている。これによって、電極本体 6 3 の全体が、誘電ケース 6 4 すなわち固体誘電体層で覆われている。

なお、図 1 3 に示すように、第 2 実施形態では、電界印加電極 5 1 においても、ケース本体 5 7 a の長手方向の端面（例えば上記接地電極 6 2 とは逆の右端面）に開口が設けられている。蓋 5 7 b は、この端面開口に対応する形状になっている。勿論、これらケース本体 5 7 a, 6 3 a の開口を上面や前後の側面等に形成することにしてもよい。

【0051】

図 1 4 に示すように、接地電極 6 2 の右端部には、上記電界印加電極 5 1 の給電ピン 4 0 と同一構成の給電ピン 4 0 A が設けられている。この給電ピン 4 0 A のピン本体 4 1 の基端部から接地線 4 b が延び、右側の壁部材 2 3 の上面と絶縁プレート 2 7 との間を通して接地されている。

【0052】

なお、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、電界印加電極 5 1 の給電ピン 4 0 は、上記第 1 実施形態と同じく、電極 5 1 の左端部に設けられている。したがって、電界印加電極 5 1 の給電ピン 4 0 と接地電極 6 2 の接地ピン 6 8 とが、ノズルヘッド 2 0 の左右両側に分かれて配されている。これによって、給電線 4 a と接地線 4 b どうしが、ショートするおそれを防止することができる。

【0053】

図 1 6 は、電界印加電極 5 1 の誘電ケースの変形例を示したものである。この誘電ケース 5 8 の本体 5 8 X は、断面 L 字状をなす一对のピース 5 8 a, 5 8 b を組み合わせることによって構成されている。各ピース 5 8 a, 5 8 b の端縁には、爪 5 8 c, 5 8 d が形成されている。互いの爪 5 8 c, 5 8 d どうしを嵌め

合わせることによって、長四角形状のケース本体 58X が形成されている。このケース本体 58X の長手方向の両端部（図 16 においては紙面奥側のみ図示。）に、開口 58d がそれぞれ形成されている。これら開口 58d には、それぞれ蓋 59 が着脱可能に設けられている。

勿論、図 16 の変形例は、接地電極 62 の誘電ケースにも適用可能である。

【0054】

図 17 は、電界印加電極 51 と給電線 4a との接続構造の変形例を示したものである。給電線 4a としての被覆導線 46 は、導体の線材 46a を絶縁材 46b で被覆することによって構成されている。被覆導線 46 は、誘電ケース 57 の孔 57c を通して電極本体 56 の孔 56a に挿し入れられている。この被覆導線 46 の線材 46a は、誘電ケース 57 の孔 57c 内は勿論、電極本体 56 の孔 56a 内の手前側においても絶縁材 46b で被覆されている。そして、孔 56a の奥側に位置する線材 46a の末端のみが、絶縁材 46b から露出されている。一方、電極本体 56 には、孔 57c と略直交するようにしてネジ（ボルト）47 が振じ込まれている。このネジ 47 によって、線材 46a の末端が、孔 57c の奥端部の内周面に押え付けられている。この構成によれば、電極 51 からの導線引き出し部分における異常放電を確実に防止することができる。また、導線 46 の末端を電極本体 56 に確実に固定し、電氣的に確実に導通させることができる。さらに、誘電ケース 57 の取り替え等のメンテナンスの際は、ネジ 47 を緩めることによって導線 46 を電極 51 から簡単に取り外すことができる。

勿論、図 17 の変形例は、接地電極 62 と接地線 4b との接続構造にも適用できる。

【0055】

図 18 は、本発明の第 3 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニット 50A を示したものである。電極ユニット 50A は、対をなす電界印加電極本体 56 及び接地電極本体 63 と、これら電極本体 56、63 に共通の誘電ケース 70 とで構成されている。誘電ケース 70 は、誘電体からなる 1 つのケース本体 71 と、誘電体からなる一対の蓋 75A、75B とを備えている。ケース本体 71 は、互いに平行をなして水平に長く延びる電界印加電極誘電ケース部 72 及び

接地電極誘電ケース部 73 と、これら誘電ケース部 72, 73 の両端部 (図 18 では紙面奥側のみ図示。) 間を連ねる連結部 74 とを有している。

【0056】

電界印加電極誘電ケース部 72 は、接地電極誘電ケース部 73 とは逆側を向く背面へ開口された内部空間 72a を有して断面コ字形状をなしている。内部空間 72a に電界印加電極本体 56 が収容されるとともに、背面開口が蓋 75A で塞がれている。同様に、接地電極誘電ケース部 73 は、電界印加電極誘電ケース部 72 とは逆側を向く背面へ開口された内部空間 73a を有して、電界印加電極誘電ケース部 72 を反転させた断面コ字形状をなしている。内部空間 73a に接地電極本体 63 が収容されるとともに、背面開口が蓋 75B で塞がれている。

【0057】

ケース本体 71 の 2 つの電極誘電ケース部 72, 73 間には、ガス通路 70a (プラズマ空間) が形成されている。ガス通路 70a は、誘電ケース部 72, 73 については電極本体 56, 63 と同方向に長く延びている。

電極誘電ケース部 72, 73 における互いに対向する側板 72d, 73d には、中間高さに段差 72g, 73g が形成され、その板厚 (すなわち電極本体 56, 63 どちらの対向面に添う固体誘電体層の厚さ) が、上側で薄く、下側で厚くなっている。上記第 1 実施形態の隙間 50m と同様に、ガス通路 70a の上側が幅広で下側が幅狭になっている。)

【0058】

ガス通路 70a の上端開口には、処理ガス (例えば成膜目的の場合には膜の原料ガスと励起ガスの混合ガス) が長手方向に均一化されたうえで導入される。一方、パルス電源 4 によって電極本体 56, 63 間にパルス電圧が印加されることにより、通路 70a がプラズマ空間となり、処理ガスがプラズマ化される。このプラズマは、板 72d, 73d すなわち固体誘電体層の厚さの違いによって、段差 72g, 73g より上側 (上流側) で相対的に強くなり、下側 (下流側) で相対的に弱くなる。これによって、処理ガスとして例えばシランと水素の混合ガスを用いた場合には、上側で水素のラジカル種生成が抑えられ、相対的にシランのラジカル種を多くすることができ、下側では水素のラジカル種を増やすことがで

きる。このようにして、流れるにしたがってラジカル種のでき方を変化させ、プラズマの状態にバリエーションを持たせることができる。これを通路 70 a の下端開口（吹出し口）から基材（図示せず）へ吹付け、表面処理内容の豊富化を図ることができる。

【0059】

なお、目的に応じて、固体誘電体層としての板 72 d, 73 d の厚さを上下逆にしてもよい。この第 3 実施形態では、電界印加電極と接地電極の誘電ケースが一体化されているので、部品点数を少なくできるだけでなく、ガス通路 70 a の形状、寸法を、組立て精度によらず高精度に形成することができる。

【0060】

図 19 は、本発明の第 4 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニット 50 B を示したものである。電極ユニット 50 B は、上記第 3 実施形態の電極ユニット 50 A と同様に、対をなす電界印加電極本体 56 及び接地電極本体 63 と、これらに共通の誘電ケース 70 A とを有して、誘電ケース一体構造になっている。電極ユニット 50 B の誘電ケース 70 A は、電極誘電ケース部 72, 73 どちらの対向板 72 d, 73 d が、下へ向かうにしたがって互いに近付くように斜めになり、ガス通路 70 a の流路断面積が、下へ向かうにしたがって連続的に狭くなっている。これに合わせてケース本体 71 の内部空間 72 a, 73 a が斜めになり、電極本体 56, 63 の対向面が下へ向かうにしたがって近付くように傾けられている。これによって、ガス通路 70 a 内の処理ガスの流速やプラズマ状態を流れ方向に沿って連続的に変化させることができ、表面処理内容の豊富化を図ることができる。なお、目的に応じて、ガス通路 70 a を流れ方向に沿って次第に拡開するように構成してもよい。

【0061】

図 20 及び図 21 は、本発明の第 5 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニット 50 C を示したものである。電極ユニット 50 C は、互いに別体をなす一对の電極 51 X, 62 X で構成されている。電界印加電極 51 X は、電界印加電極本体 56 と誘電ケース 81 A とを備え、接地電極 62 X は、接地電極本体 63 と誘電ケース 81 B とを備えている。

【0062】

一对の電極51X, 62Xの誘電ケース81A, 81Bどうしは、互いに反転形状をなしている。各誘電ケース81A, 81Bは、長尺の電極本体56, 63に合わせて左右(図20において紙面と直交する方向)に長く延びる固体誘電体製のケース本体82及び蓋83を備えている。ケース本体82の上側部には、ガス均一化部84が設けられ、下側部には、電極本体56, 63のための収容部85が設けられている。下側の収容部85には、互いの対向面とは逆側の背面へ開口する内部空間85aが形成されており、この内部空間85aに電極本体56, 63が収容されるとともに、背面開口が、蓋83で塞がれている。

【0063】

各ケース本体82のガス均一化部84は、水平に配された隔壁86によって仕切られた上下2つの半割り膨張室84a, 84bを有して、大略E字状の断面をなしている。半割り膨張室84a, 84bは、他方のケース本体82に向けて開口されている。そして、一对のケース本体82が、互いに前後に対向されるとともに、対向縁どうしが突き合され、これにより、双方の上側の半割り膨張室84aどうしが合わさって第1膨張室80aが形成され、下側の半割り膨張室84bどうしが合わさって第2膨張室80bが形成されている。これら膨張室80a, 80bは、左右に延びるとともに、前後幅方向にも広がり、十分に大きな容積を有している。なお、これら膨張室80a, 80bの容積は互いに等しくなっているが、互いに異ならせてもよい。

【0064】

一对のケース本体82の上板には、互いの対向縁の長手方向の中央部に処理ガス供給口80cが形成されている。この供給口80cを介して第1膨張室80a内に処理ガスが供給されるようになっている。一对の隔壁86の対向縁どうし間にはスリット状の隙間80d(圧損形成路)が形成されている。この隙間80dを介して上下の膨張室80a, 80bどうしが連なっている。一对のケース本体82において、ガス均一化部84と電極収容部85との境となる板の対向縁どうし間にはスリット状の隙間80e(プラズマ空間への導入路)が形成されている。この隙間80eを介して、第2膨張室80bが電極収容部85間の幅広の隙間

80f (ガス通路及びプラズマ空間) に連なっている。これら膨張室 80a, 80b と隙間 80d, 80e によって「ガス均一化路」が構成されている。

【0065】

処理ガスは、上端の供給口 80c から第1膨張室 80a に導入されて膨張された後、隙間 80d で絞られて圧損を生じ、次に第2膨張室 80b に導入されて再び膨張される。更に、隙間 80e で絞られて再び圧損を生じる。このように、膨張と絞りを交互に加えることにより、処理ガスを左右長手方向に十分に均一化させた後、隙間 80f へ導入することができる。そして、電極本体 56, 63 間に電界を印加することによってプラズマ化して隙間 80f の下端 (吹出し口) から吹出し、基材 W に所望の表面処理を長手方向に均一に行なうことができる。

【0066】

この第5実施形態によれば、電極の固体誘電体層としての誘電ケース 81A, 81B にガス均一化部を一体に組み込むことにより、ガス均一化のための別途の部材が不要となり、部品点数を少なくすることができる。

なお、ガス均一化部の膨張室は、第1、第2の二段だけに限られず、3段以上設けてもよい。これら膨張室 80a, 80b どうしを連ねる圧損形成路は、隙間 80d のようなスリット状に代えて、スポット (小孔) 状になるように構成してもよい。

【0067】

図22及び図23は、本発明の第6実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニット 50D を示したものである。電極ユニット 50D は、互いに別体をなす一对の電界印加電極 51Y 及び接地電極 62Y で構成され、これら電極 51Y, 62Y どうしが、互いに合掌状態で突き合されることによって、一体化されている。

詳述すると、各電極 51Y, 62Y は、長尺の電極本体 56, 63 と誘電ケース 91A, 91B を備えている。各誘電ケース 91A, 91B は、電極本体 56, 63 を収容する固体誘電体製のケース本体 92 と、このケース本体 92 の背面開口を塞ぐ固体誘電体製の蓋 93 とを有している。ケース本体 92 の互いの対向面には、上端縁の中央部から出発して下方に向かうにしたがって長手方向に広が

るように枝分かれするツリー状の溝 92a と、この溝 92a の末端の多数の枝に連なる浅い凹部 92b とが形成されている。凹部 92b は、ケース本体 92 の略全長にわたって延びるとともに下端縁へ連なっている。

【0068】

そして、一对のケース本体 92 の対向面どうしが、互いに貼り合わされ、これにより、双方の溝 92a どうしが合わさってツリー状のガス分散通路（ガス均一化路）90a が形成され、凹部 92b どうしが合わさって上記通路 90a に連なるとともに下方へ開口するガス吹出し通路 90b が形成されている。これら通路 90a, 90b の略全体が、一对の電極本体 56, 63 の間に介在されている。

【0069】

電極ユニット 50D においては、処理ガスが、ユニット 50D 上面の開口からツリー状通路 90a に導入される。そして、このツリー状通路 90a によって長手方向に順次均一に分散された後、通路 90b へ導かれて行く。一方、電極本体 56, 63 間に電界が印加されることにより、通路 90a, 90b 全体がプラズマ空間となる。これによって、上記処理ガスは、ツリー状通路 90a での分散流通の過程で順次プラズマ化され、通路 90b においても更にプラズマ化された後、通路 90b の下端開口（吹出し口）から基材 W へ向けて吹出される。

【0070】

本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の改変が可能である。

例えば、誘電ケースの蓋は、ケース本体に回転可能に連なってもよい。

電界印加用又は接地用の給電ピンや被覆導線は、ケース本体ではなく、蓋を通して電極本体内に挿し込まれるようになっていてもよい。

本発明は、減圧下でのプラズマ表面処理にも適用できる。電界印加電極と接地電極の間に被処理物を配置する所謂ダイレクト式のプラズマ表面処理にも適用できる。成膜に限られず、エッチング、表面改質、洗浄等のプラズマ表面処理に遍く適用できる。

【0071】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電極本体の全体が固体誘電体層として

の誘電ケースで覆われることになるため、他方の電極との対向面は勿論、背面やエッジにおいても異常放電を防止できる。特に、処理ガスとしてアルゴンや水素等の放電しやすい物質を用いた場合でも、背面等における異常放電を確実に防止することができる。しかも、処理ガスの反応等に伴う付着物（汚れ）は誘電ケースにしか付かず、電極本体には付くことがないので、誘電ケースだけを取り替えることにすれば、電極本体はそのまま使用することができる。取り替え作業は極めて簡単である。また、取り外した誘電ケースは、強酸等の薬液に漬ける等して付着物を容易に除去することができ、再使用することができる。更に、誘電ケースからなる固体誘電体層の場合、電極本体表面に溶射等で直接被膜するのに比べて、厚みに変化を付けたりするのが容易であるので、プラズマの状態に種々のバリエーションを付加すること等が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係るプラズマ成膜装置の概略図である。

【図 2】

上記プラズマ成膜装置のノズルヘッドのガス均一化部の側面断面図である。

【図 3】

上記ノズルヘッドのノズル部の側面断面図である。

【図 4】

上記ガス均一化部の長手方向に沿う正面断面図である。

【図 5】

図 3 の V-V 線に沿う上記ノズルヘッドのノズル部の正面断面図である。

【図 6】

図 5 の VI-VI 線に沿う上記ノズル部の左側部の平面断面図である。

【図 7】

上記ノズルヘッドの底面図である。

【図 8】

上記ノズル部の電界印加電極の分解斜視図である。

【図 9】

上記ノズル部の給電ピンの詳細図である。

【図 10】

上記プラズマ成膜装置による成膜動作を示すノズルヘッドのガス吹出し部分の拡大図である。

【図 11】

本発明の第 2 実施形態に係るプラズマ成膜装置におけるノズルヘッドのノズル部の側面断面図である。

【図 12】

上記第 2 実施形態のノズルヘッドの底面図である。

【図 13】

図 11 の XIII-XIII 線に沿う上記第 2 実施形態のノズル部の正面断面図である。

【図 14】

図 13 の XIV-XIV 線に沿う上記第 2 実施形態のノズル部の右側部の平面断面図である。

【図 15】

上記第 2 実施形態のノズル部の接地電極の分解斜視図である。

【図 16】

上記電界印加電極の誘電ケースの変形例を示す側面断面図である。

【図 17】

上記電界印加電極と給電線の接続構造の変形例を示す断面図である。

【図 18】

本発明の第 3 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニットを示す斜視図である。

【図 19】

本発明の第 4 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニットを示す斜視図である。

【図 20】

本発明の第 5 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニットを示す側

面断面図である。

【図 21】

図 20 の XXI-XXI 線に沿う上記第 5 実施形態の電極ユニットの電界印加電極誘電ケースの正面図である。

【図 22】

本発明の第 6 実施形態に係るプラズマ表面処理装置用の電極ユニットを示す側面断面図である。

【図 23】

図 22 の XXIII-XXIII 線に沿う上記第 6 実施形態の電極ユニットの電界印加電極誘電ケースの正面図である。

【符号の説明】

M1, M2 プラズマ成膜装置（プラズマ表面処理装置）

W 基材（被処理物）

40 給電ピン

41 ピン本体

41a 軸孔

43 芯部材

44 圧縮コイルばね

46 被覆導線

46a 線材

46b 絶縁材

47 ネジ

51, 51X, 51Y 電界印加電極

56 電界印加電極本体

57, 58 電界印加電極本体用の誘電ケース

57a, 58X ケース本体

57b, 59 蓋

62, 62X, 62Y 接地電極

63 接地電極本体

64 接地電極本体用の誘電ケース

64a ケース本体

64b 蓋

70, 70A 一対の電極本体に共通の誘電ケース

70a ガス通路

71 ケース本体

72a, 73a 内部空間

75A, 75B 蓋

72d, 73d 対向板 (共通誘電ケースのガス通路と内部空間を仕切る板)

80f 隙間 (ガス通路)

81A, 81B 誘電ケース

82 ケース本体

83 蓋

84 ガス均一化部

85a 内部空間

90a, 90b ガス通路

91A, 91B 誘電ケース

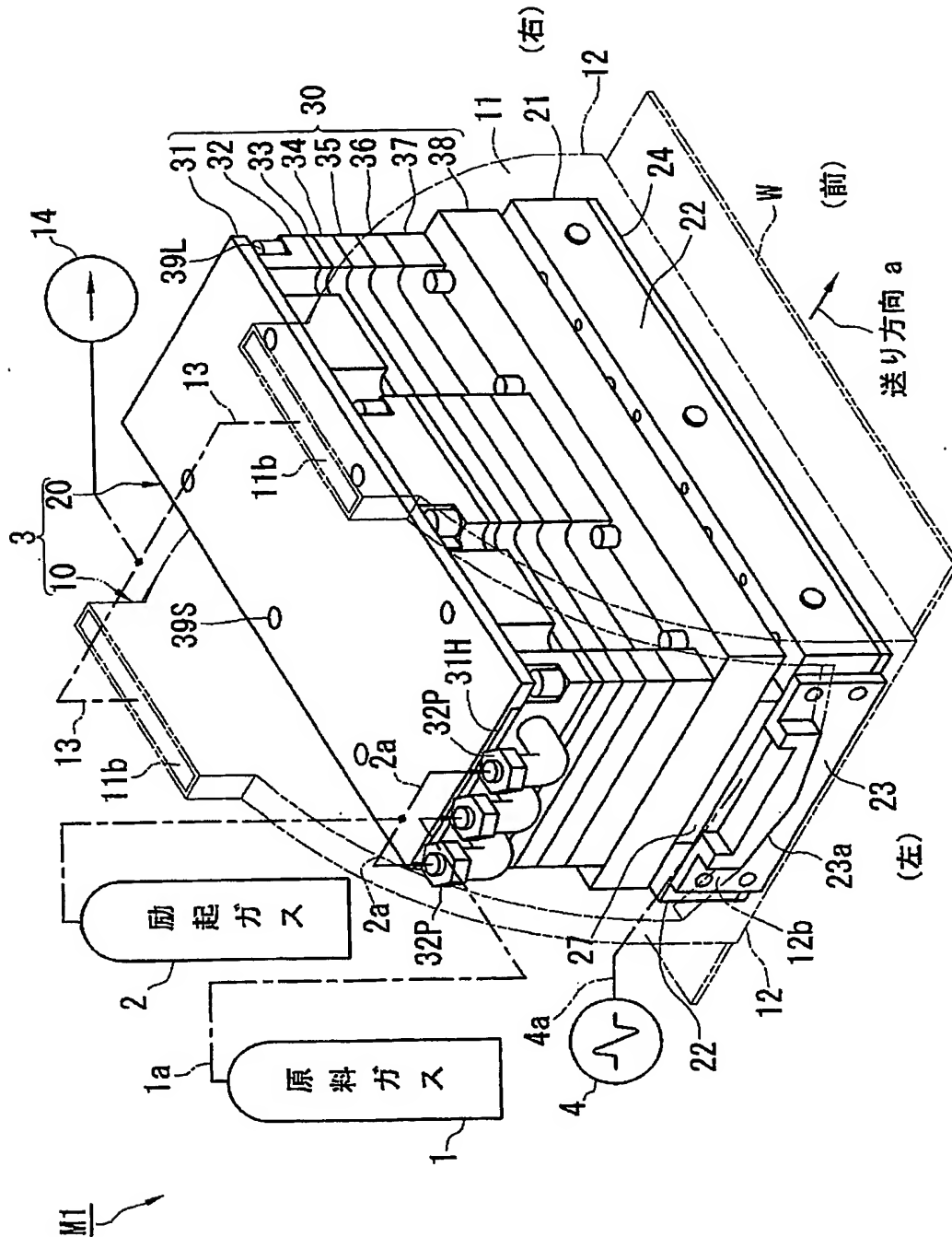
92 ケース本体

93 蓋

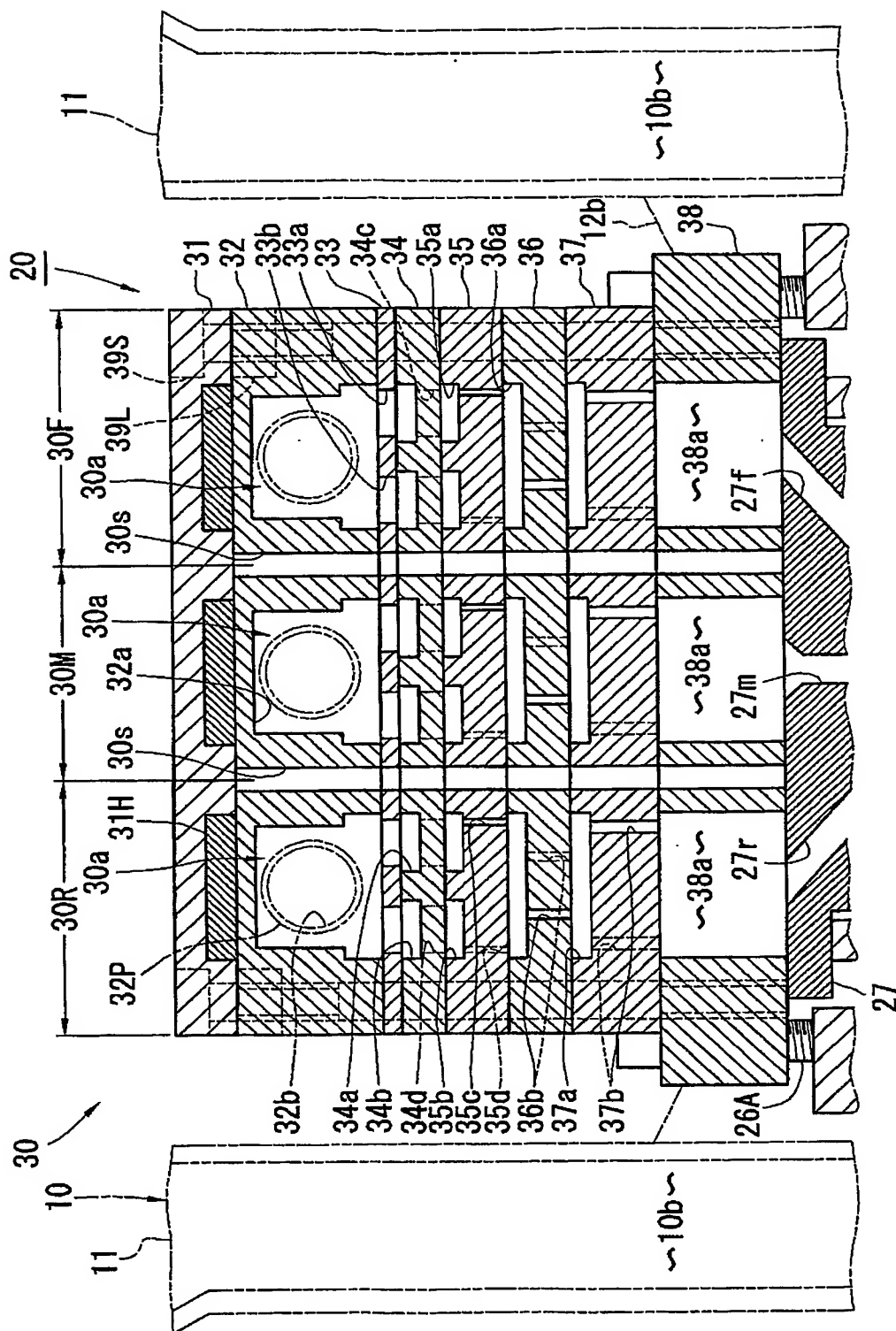
【書類名】

図面

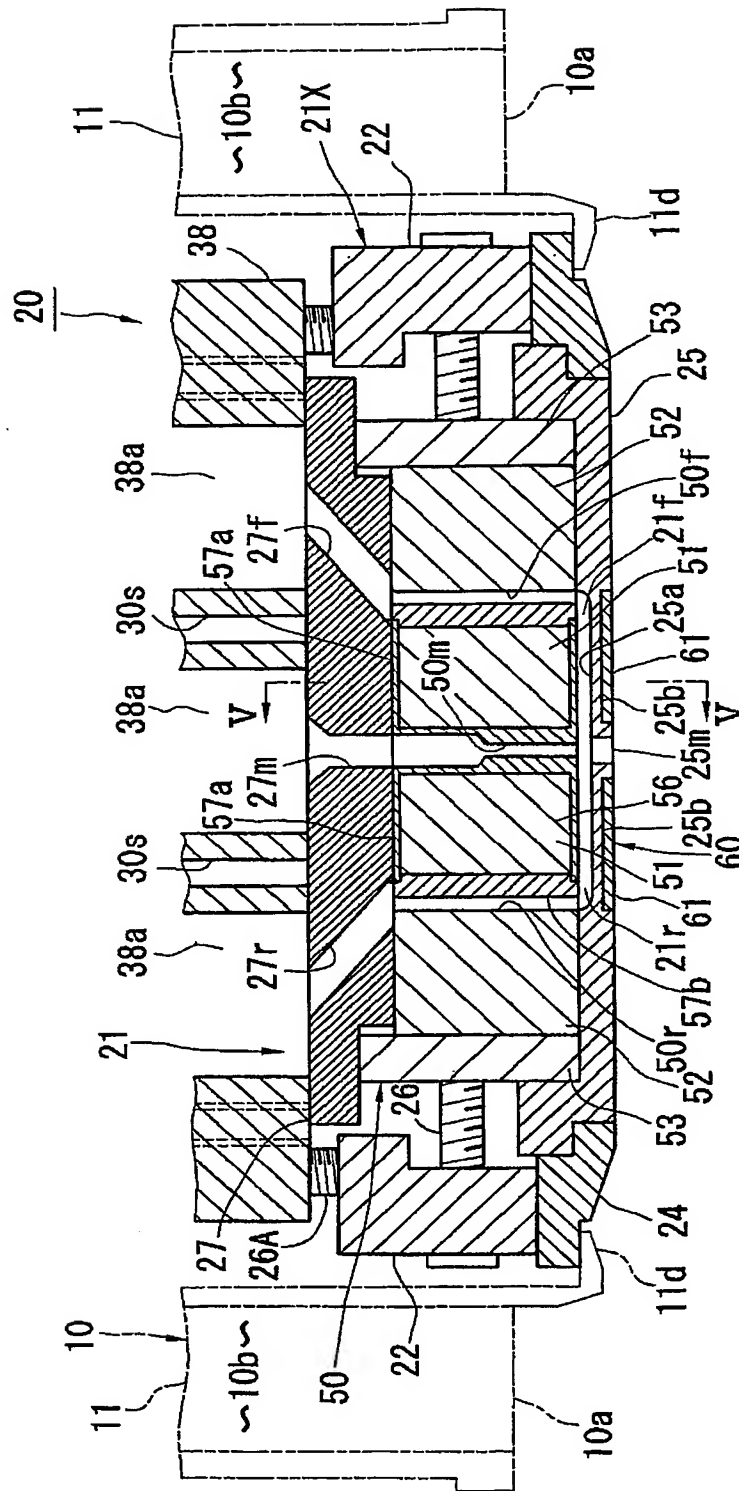
【図 1】



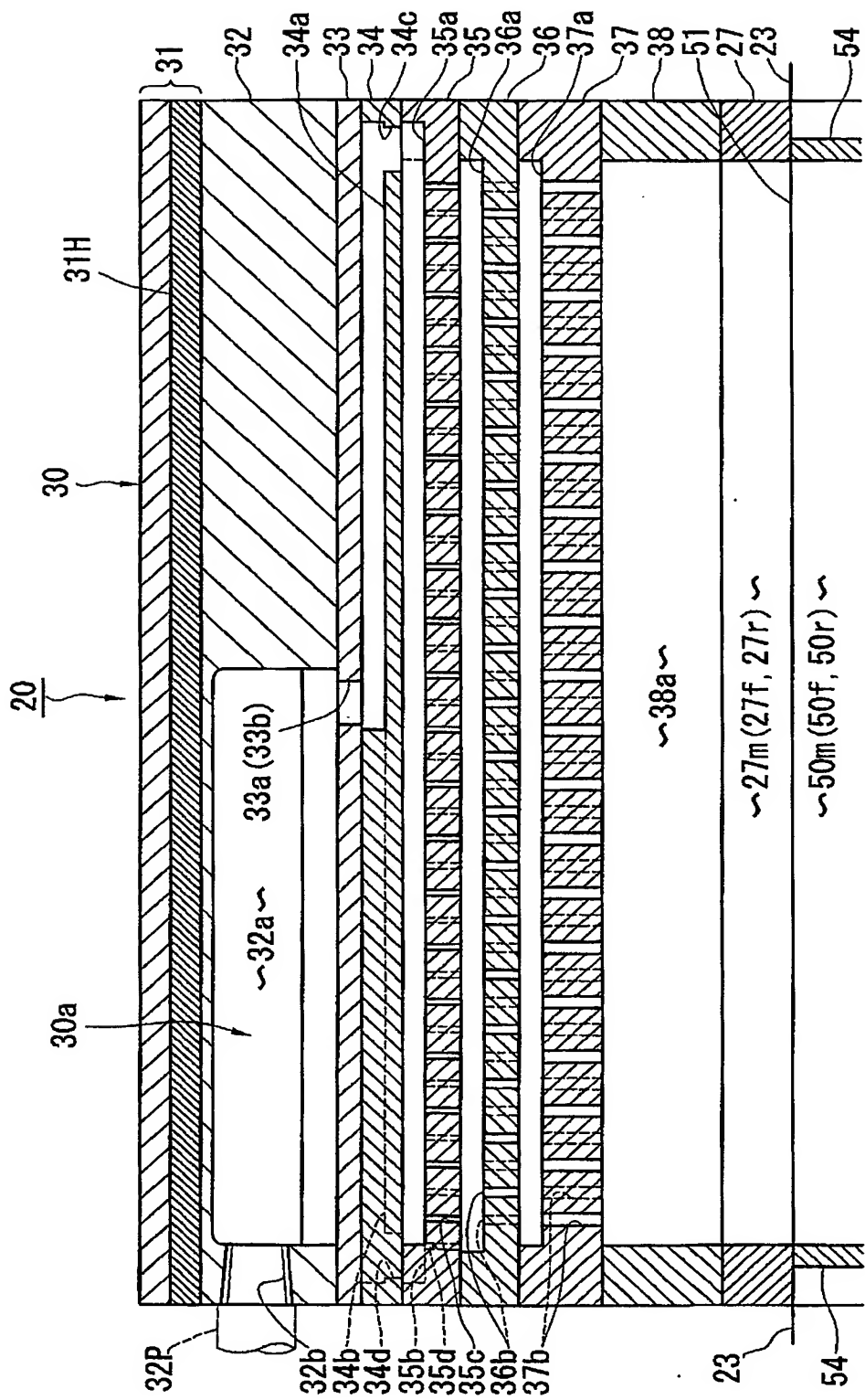
【図 2】



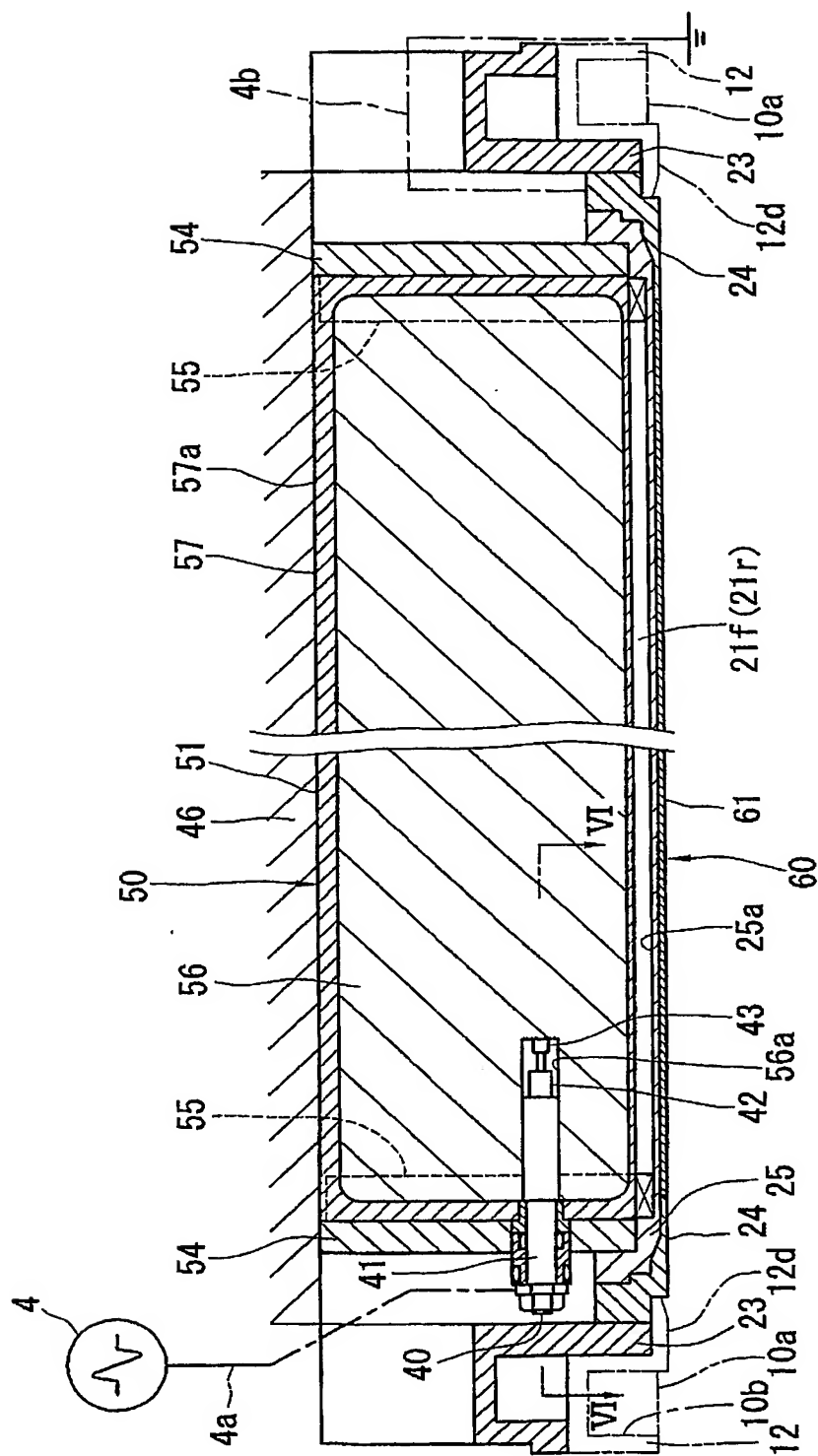
【図 3】



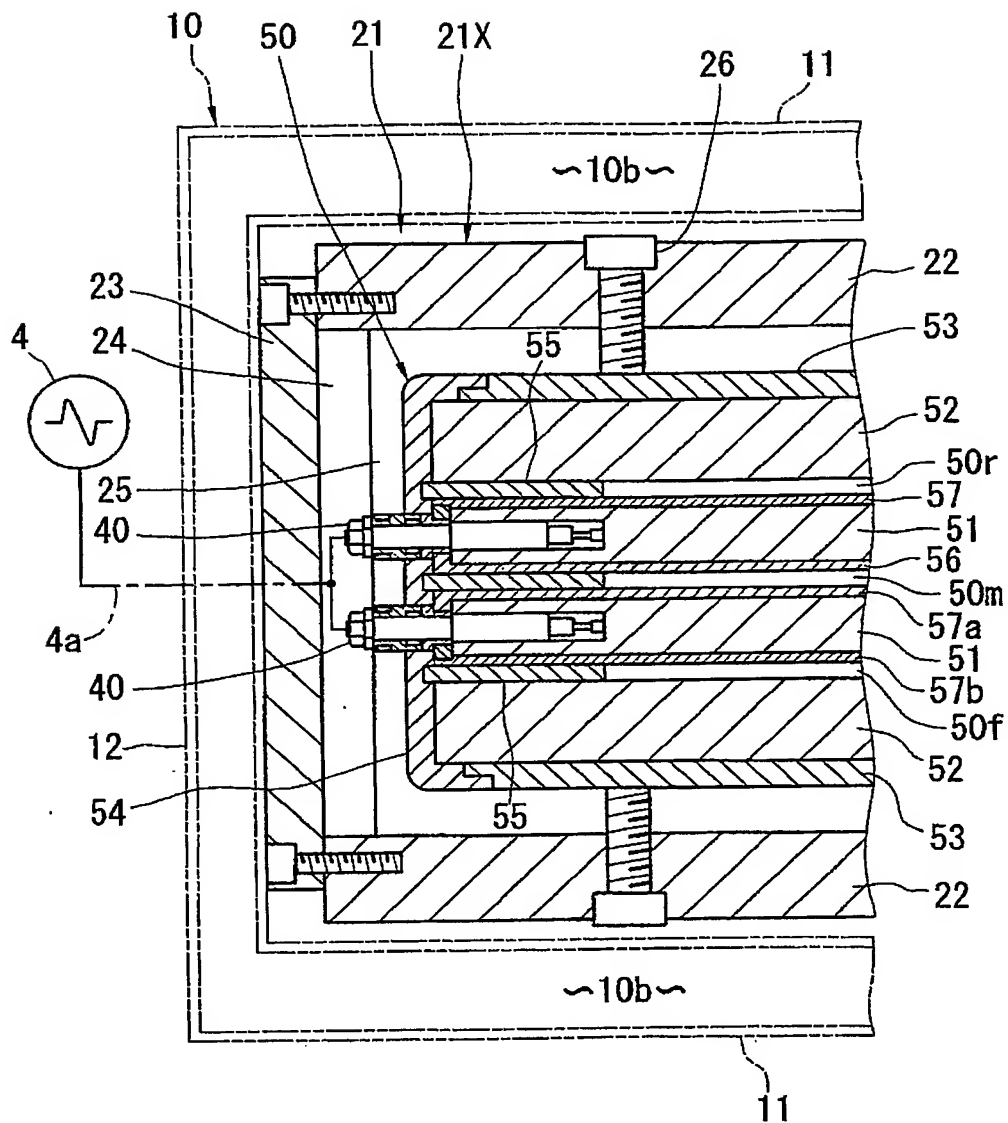
【図 4】



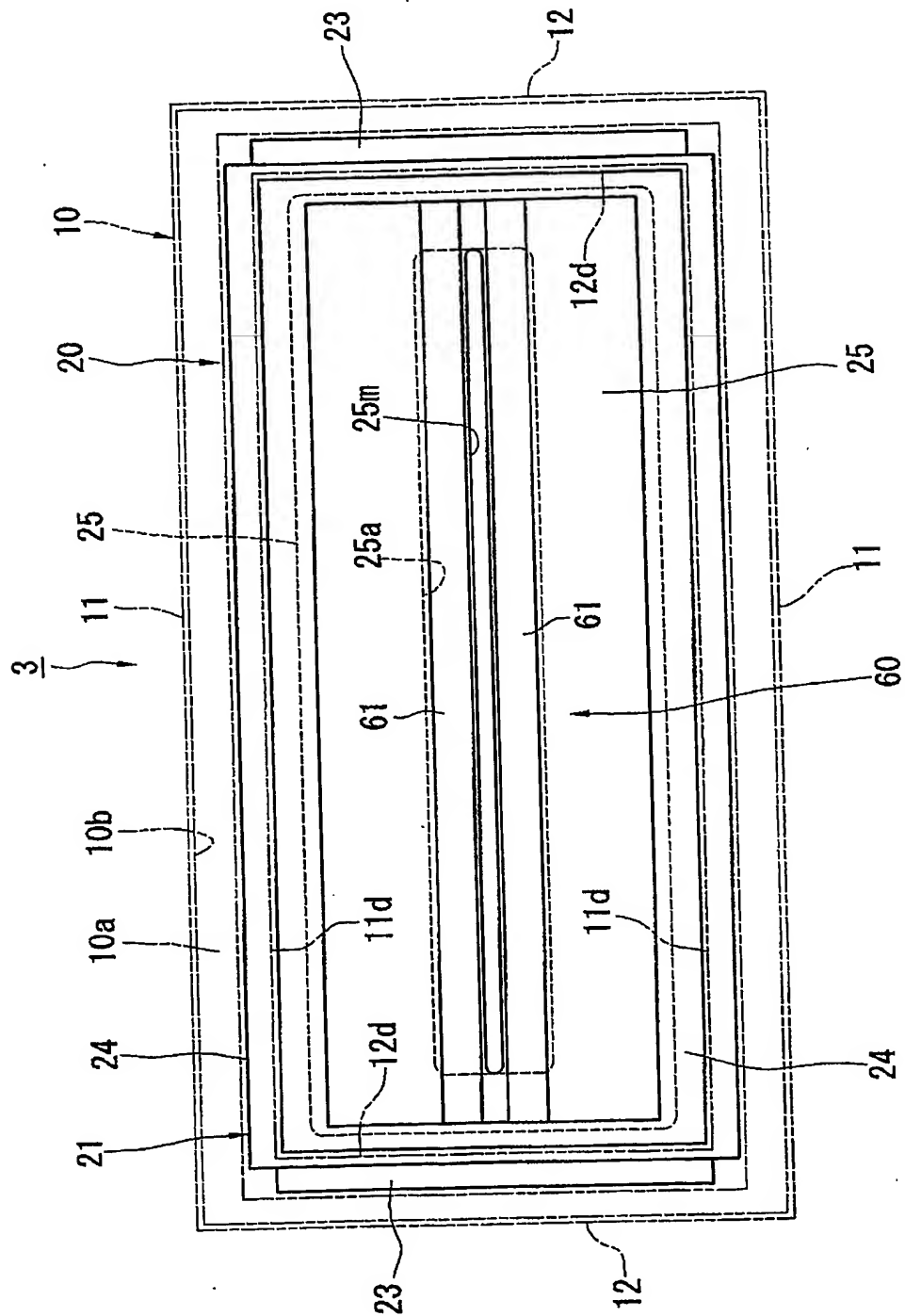
【図 5】



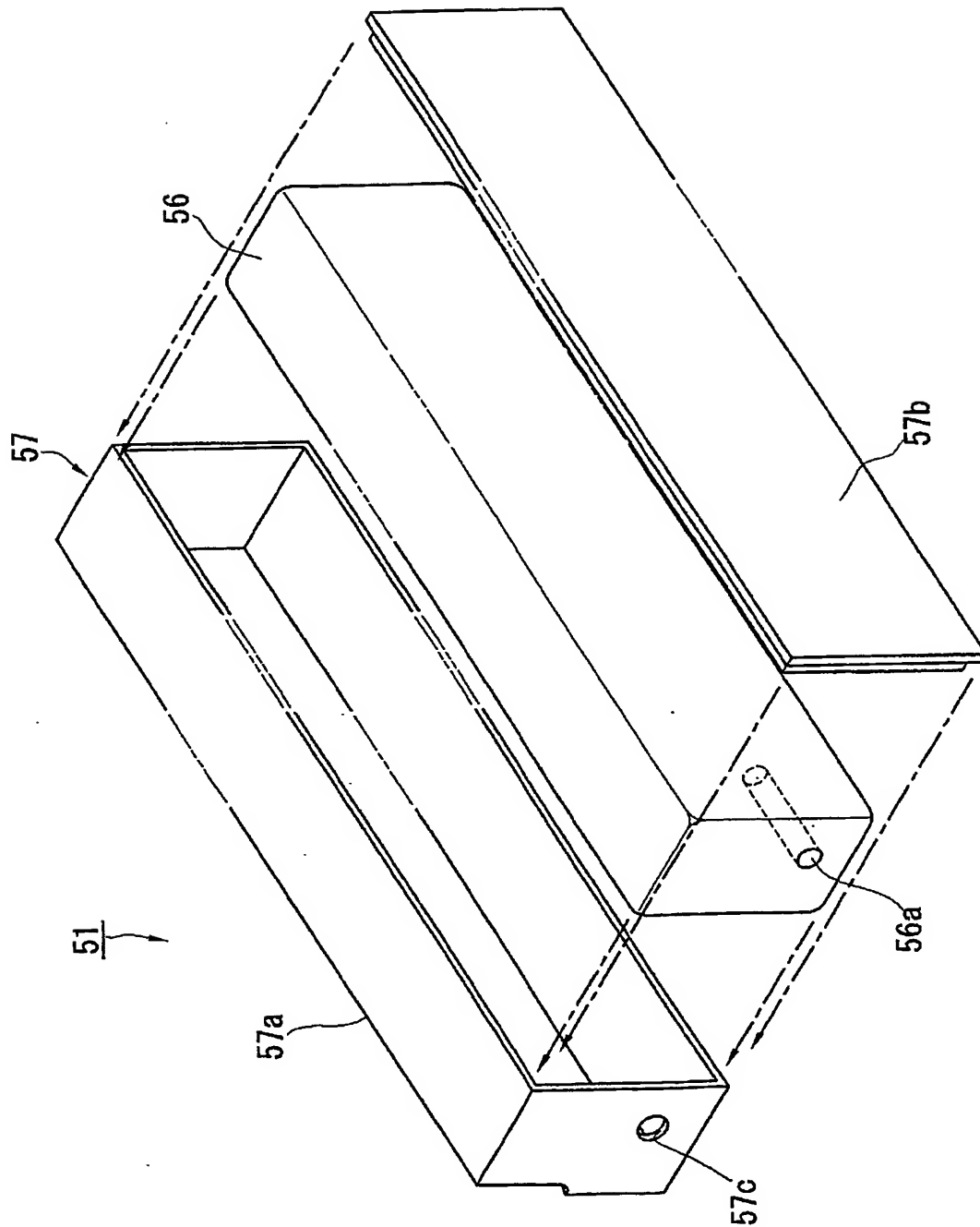
【図 6】



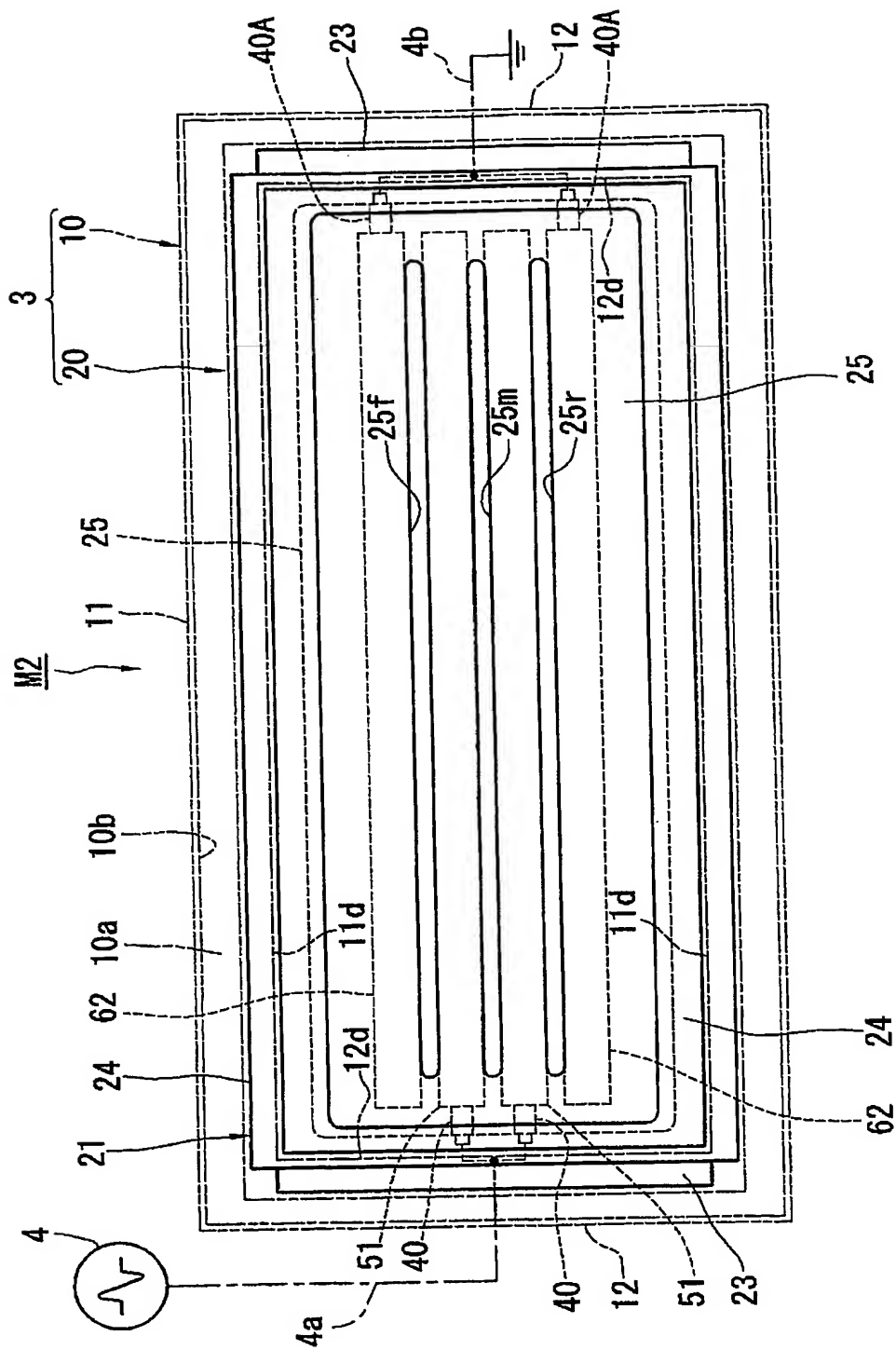
【図 7】



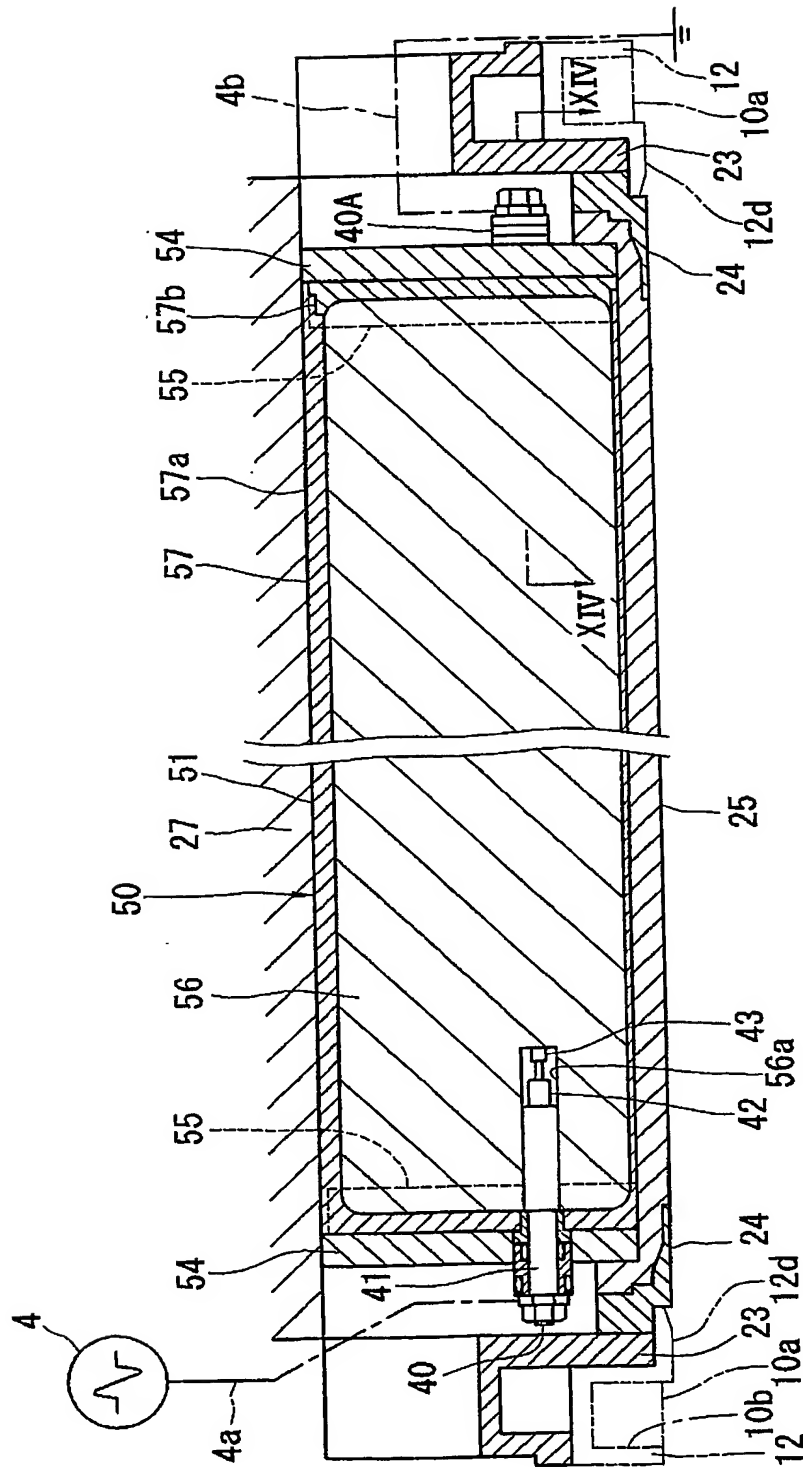
【図 8】



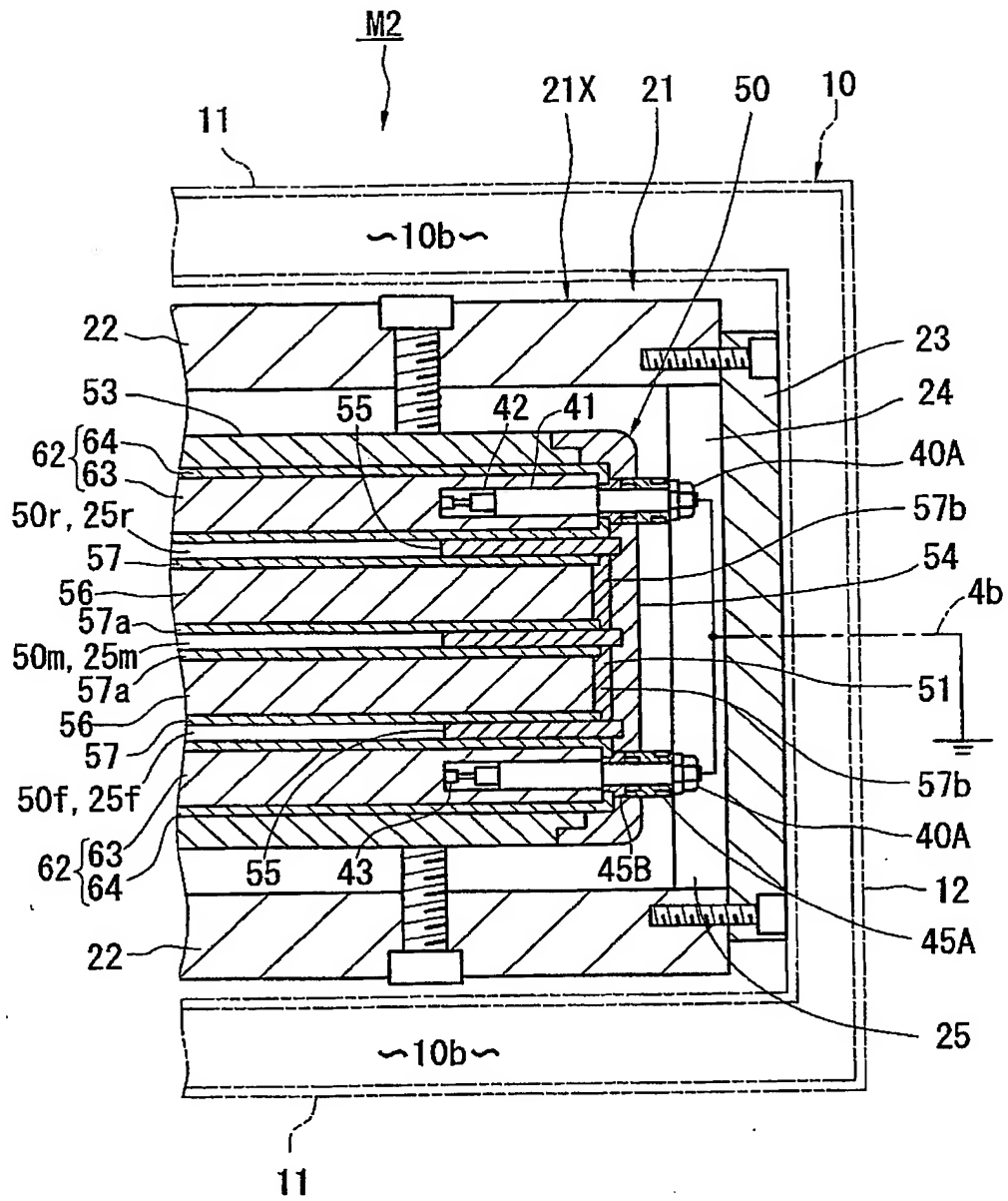
【図 12】



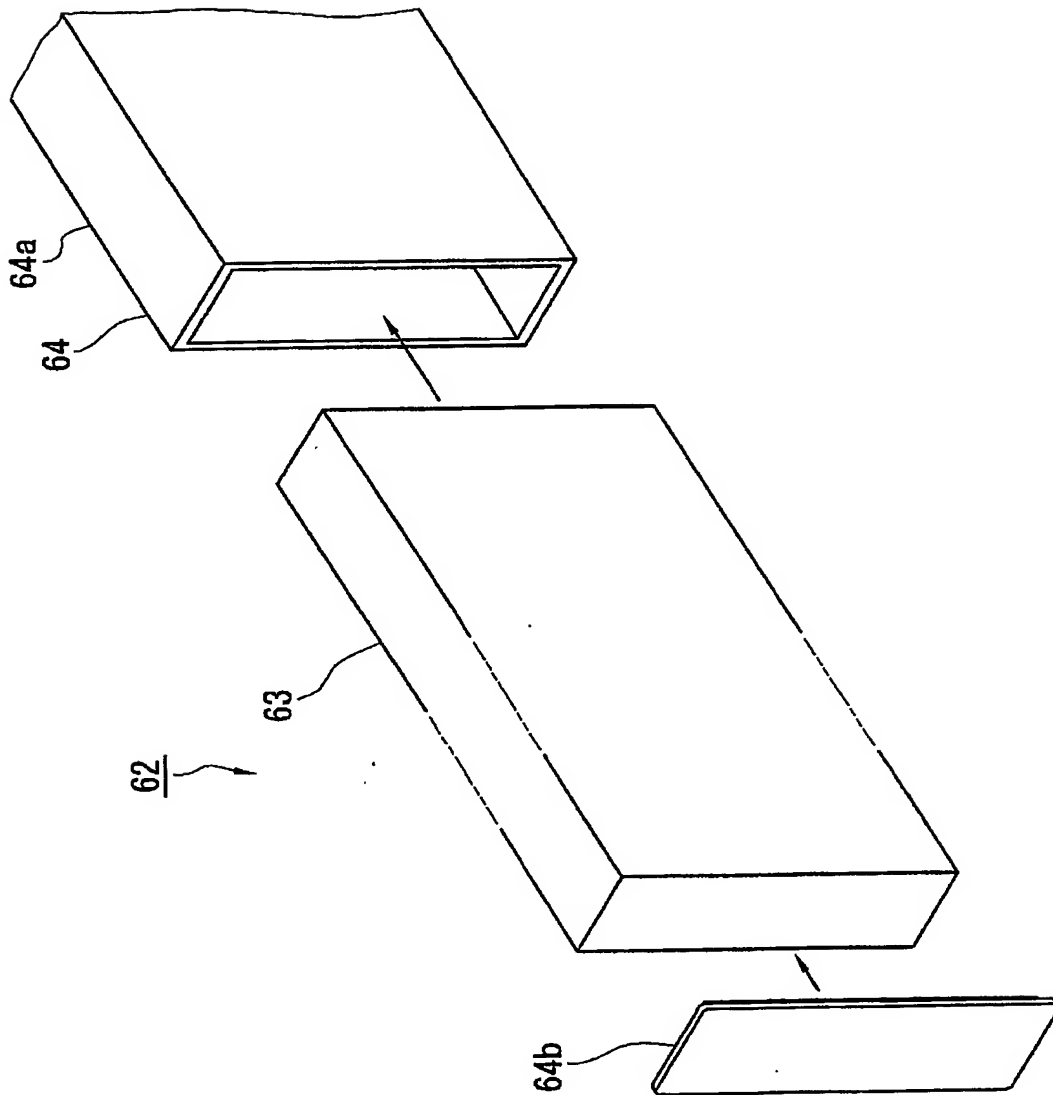
【図 13】



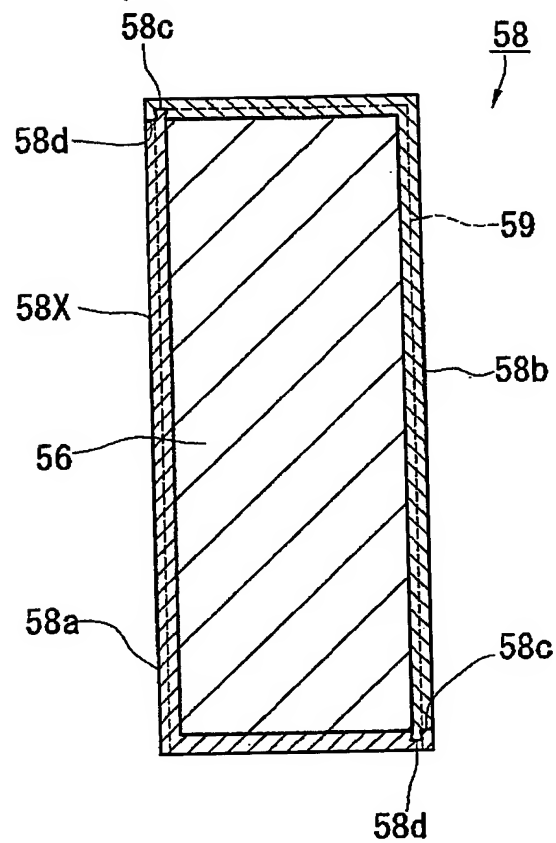
【図 14】



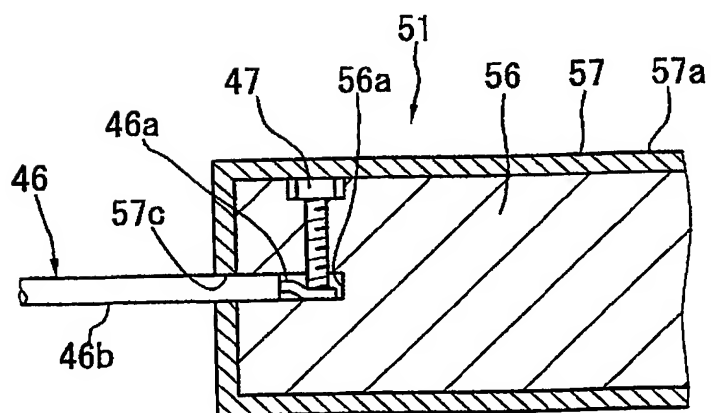
【図 15】



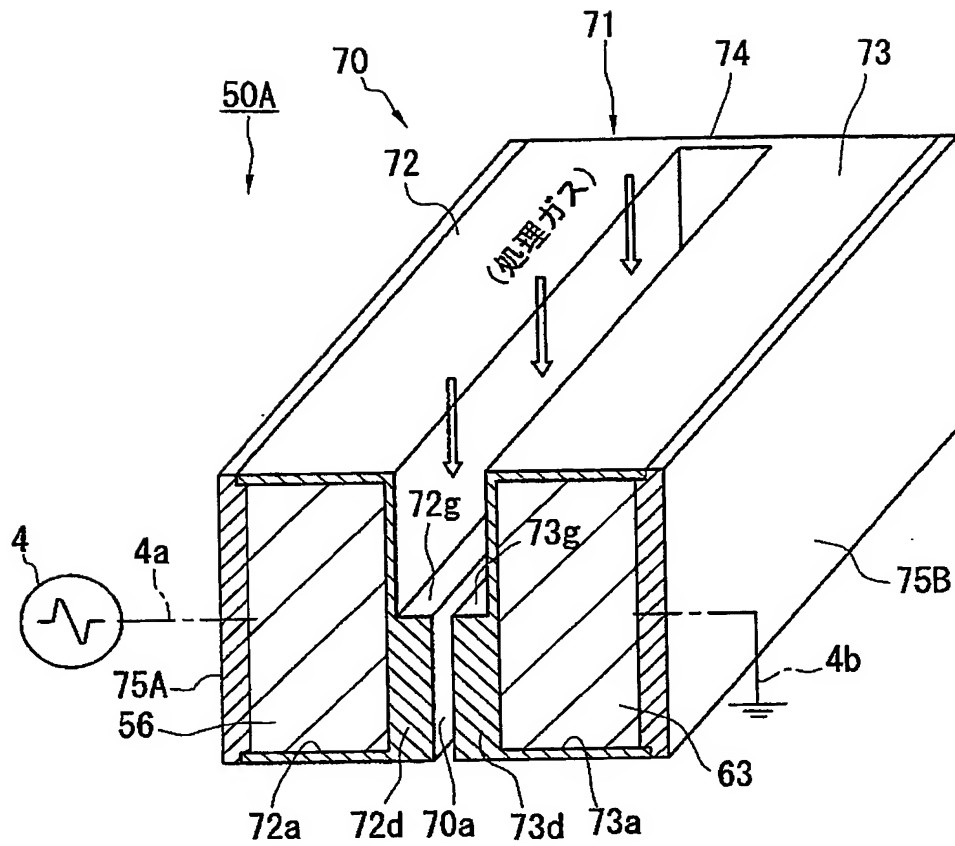
【図 16】



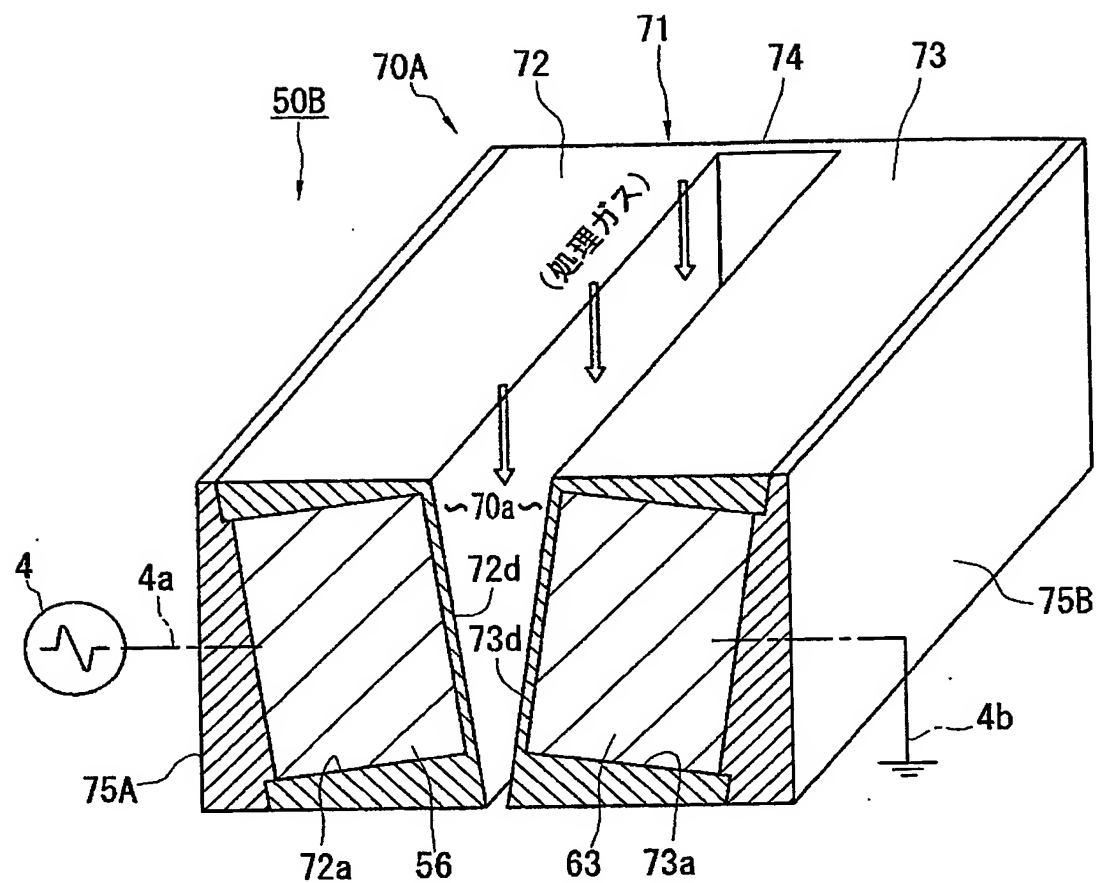
【図 17】



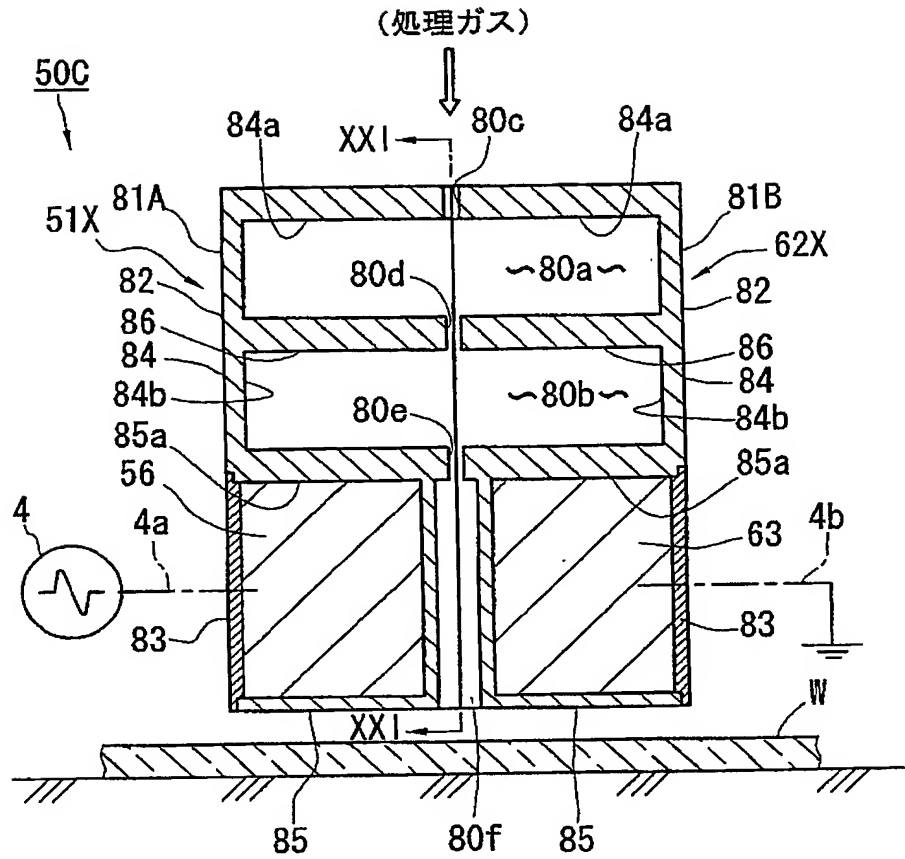
【図 18】



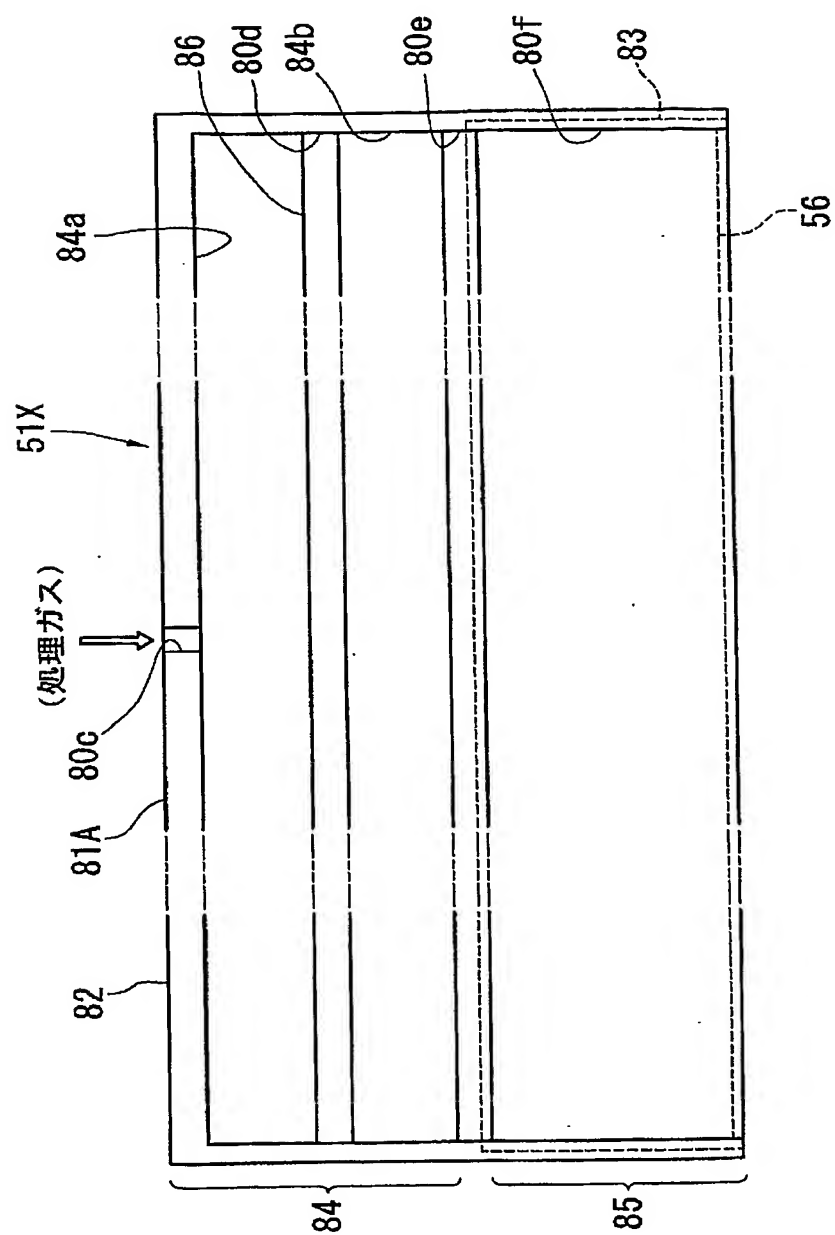
【図 19】



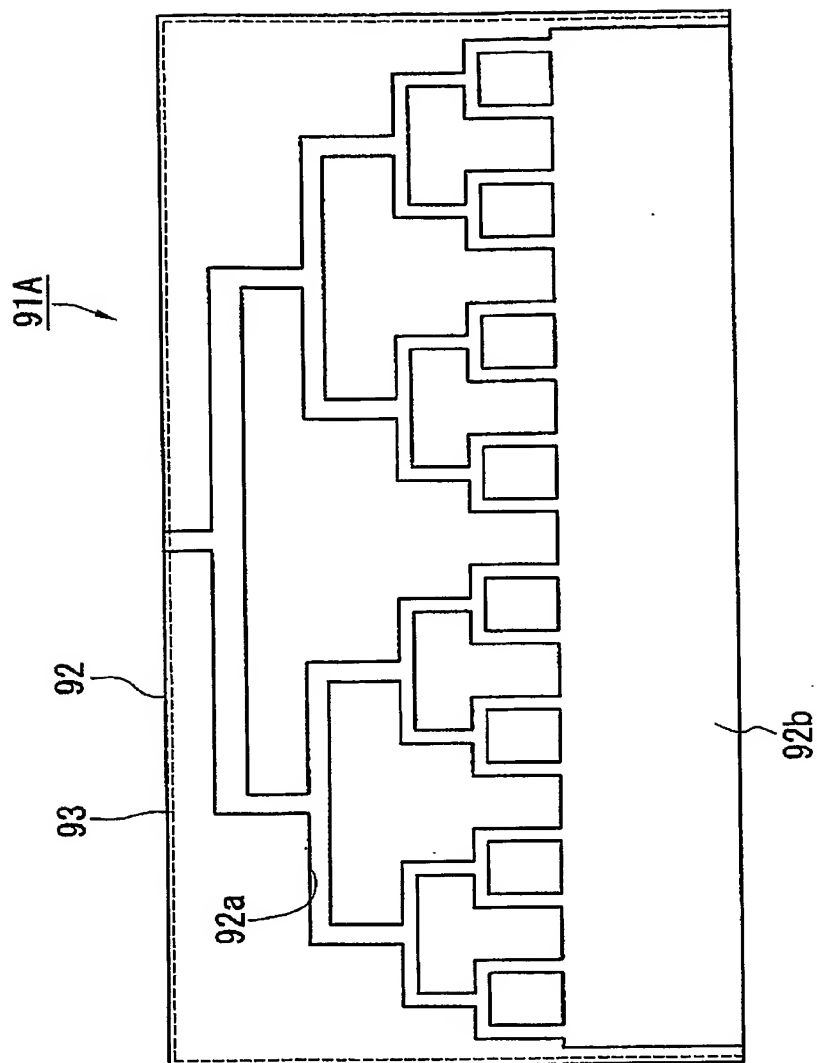
【図 20】



【図 21】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ表面処理装置における電極からの異常放電を無くし、併せて、メンテナンス作業を容易化する。

【解決手段】 印加電界により処理ガスをプラズマ化し、被処理物の表面処理を行なうプラズマ表面処理装置M1における電界印加電極51は、導体からなる電極本体56と、誘電体からなる誘電ケース57とを備えている。誘電ケース57は、一面が開口された内部空間に電極本体56を取り出し可能に収容するケース本体57aと、上記開口を塞ぐ蓋57bとを有している。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 2 - 2 9 4 1 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 7 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区西天満 2 丁目 4 番 4 号

氏 名

積水化学工業株式会社